Der Studebaker Champion 1953 von Liselotte Pulver - Die Konservierung und Restaurierung eines Autolacks

Diplomarbeit
vorgelegt von Felix Forrer
Bern, den 5. Oktober 2007

Referent: Prof. BFH Ueli Fritz
Koreferent: Prof. HES Tobias Schenkel

Vertiefungsrichtung Architektur, Ausstattung und Möbel

Der Studebaker Champion 1953 von Liselotte Pulver – Die Konservierung und Restaurierung eines Autolacks

Zusammenfassung:

Die Geschichte der Firma Studebaker als traditionsreiche Amerikanische Automobilmarke und das Modell Champion Starliner als Massenprodukt und Designobjekt wird aufgearbeitet. Die individuelle Historie des Automobils der berühmten Schweizer Schauspielerin Liselotte Pulver wird recherchiert und das Fahrzeug anhand internationaler Kriterien zur Bewertung von Veteranenfahrzeugen positioniert. Die Lackschäden werden dokumentiert und charakterisiert. Die Lackschichten werden mit zahlreichen Methoden untersucht. Die Geschichte der verschiedenen Lackierungen wird rekonstruiert und ein Restaurierungskonzept erstellt. Mit Vorversuchen und der Umsetzung der Restaurierung wird die Problematik der partiellen Retuschierung monochromer Lackoberflächen behandelt und deren Möglichkeiten aufgezeigt.

The `53 Studebaker Champion from Liselotte Pulver – The conservation and restoration of carpaint

Abstract:

The history of Studebaker as a traditional American car company with its model Champion Starliner as a mass product and object of design is researched. The automobil owned by the famous Swiss actress Liselotte Pulver was taken as a subject for this study. The car was examined and assassed in relation to International criteria applicable to vintage automobiles. The damage to the paintwork is documented and characterized. Each distinct paintlayer is analized using differing methods. The history of each paintlayer is reconstructed enabling an appropriate concept of restoration to be developped. The difficulties and opportunities rising out of such a partial paint restoration of a monochrome laquersurface is illustrated by this study.

Danksagung

Für die fachliche, materielle, finanzielle und moralische Unterstützung der Diplomarbeit möchte ich mich bei folgenden Personen und Institutionen bedanken:

Referent Prof. BFH Ueli Fritz, für die Initiierung und Begleitung der Diplomarbeit, sein breites und detailliertes Fachwissen, das kollegiale Verhältnis und die unzähligen spendierten Cafés und Apéros während der Studienzeit in Bern.

Co-Referent Prof. HES Tobias Schenkel, für die Bereitschaft zur Co-Referenz und die kompetente und promte Prüfung der Diplomarbeit im Voraus und die Hinweise auf Verbesserungsansätze.

Familie Pulver: Liselotte Pulver für den Kauf des Studis 1953, Georg Pulver für die Entbehrung des Familienwagens und das entgegengebrachte Vertrauen, Dr. Emanuel Pulver für den Versuch zur Rekonstruktion der Fahrzeuggeschichte.

René Fisler, Gründer von BGO (Bildungszentrum für Gestaltung und Oberflächentechnik) und Prüfungsexperte der Autolackierer, für das Engagement und die kompetente fachliche Unterstützung bei der Umsetzung der Restaurierung der Diplomarbeit.

Fisler AG, Autolackiererei Bümpliz-Süd, für die unentgeltliche Benutzung von Lacken, Infrastruktur und Mitarbeitern.

Jürg Schmitter, Autolackierer bei Fisler AG, für sein Engagement, die Hilfestellung und die professionelle Nachmischung der Lacke.

Dr. phil.-nat. Nadim Scherrer, für die Betreuung und Bedienung von REM und RAMAN Geräten und die Hilfestellung bei der Interpretation der Resultate.

Prof. BFH Stefan Zumbühl, für die Hilfe bei der Interpretation der FTIR-Spektren.

Georg Weidmann, COO von Swizöl, für die Beratung und die unentgeltliche Unterstützung der Diplomarbeit mit Produkten von Swizöl.

Thomas Hauser, Hauser AG in Zofingen, für die Beratung und die zur Verfügung gestellten Folien zur Beschichtung von Fahrzeugen.

Christian Brun, Sihl AG, für die Unterstützung der Diplomarbeit, die Anregungen, Hinweise und Literaturtips und die Entbehrung des historischen Lackbuches.

Prof. FHTW Ruth Keller-Kempas, Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, für die Empfehlungen, die Einladung nach Berlin und die Zustellung der Broschüre zum Wanderer.

Gundula Tutt, Dipl. Restauratorin, für die Beratung und die Literaturempfehlung auf dem Gebiet der Restaurierung historischer Fahrzeuge.

Wolf Meyer-zu-Bargholz, Verkehrsmuseum Luzern, für die konkreten Restaurierungstips.

Paul Josef Jenni Stiftung, Basel, für die grosszügige finanzielle Unterstützung des Studiums über mehrere Jahre.

Bernische Denkmalpflege-Stiftung, für die finanzielle Unterstützung der Diplomarbeit.

Studienkollegen an der Hochschule der Künste Bern, im Besonderen Christoph Fasel, Tina Pagel und Beat Waldispühl für die gute Zeit, die moralische und fachliche Unterstützung und die lustigen Momente.

Barry Clark für die Korrektur der englischen Zusammenfassung

Familie Forrer, Basel, für die finanzielle und moralische Unterstützung während dem Studium und meinem Vater für die Korrektur der Diplomarbeit.

Selbstständigkeitserklärung

Der Autor erklärt hiermit, sowohl den hier vorliegenden schriftlichen Teil der Diplomarbeit, als auch die Umsetzung der Restaurierung selbstständig erarbeitet zu haben.

Fotografien wurden weder retuschiert noch gefälscht. Zitate sind gekennzeichnet.

Basel, 4. Oktober 2007 Felix Forrer

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Einleitung

Der Studebaker

Früher war der Studebaker
ganz ein schneller Unterteller.
Knallrot blitzend, feurig flitzend,
voller Rasse, grosse Klasse.
Unterdessen rostzerfressen,
ungestrichen und verblichen,
steht er müssig und plattfüssig
in der Ecke ohne Zwecke.
Aussen scheckig, Innen speckig,
voller Kratzer, Parkplatzpatzer,
hofft er leise auf `ne Reise.

[Gedicht aus Liselotte Pulvers Buch: „Meine Wunder dauern etwas länger" im Kapitel „Der Studebaker", 2000, Langen Müller Verlag]

Nach einer vorbereitenden Semesterarbeit im Winter 2005/06 mit der Thematik des Studebakers von Lilo Pulver und der nun vorliegenden Diplomarbeit und der Restaurierung des Fahrzeuges konnte sicher wieder ein Zweck für den Studi gefunden und die grosse Klasse des Autos hoffentlich wieder gewonnen werden, sodass ihm knallrot blitzend schon bald die erhoffte Reise bevorsteht.
Die Vorbereitungen für diese Reise zogen sich über knapp ein Jahr hin, in dem Literatur und mögliche Partner für die Umsetzung der Restaurierung gesucht, Untersuchungen und Vorversuche durchgeführt und Niederschläge und Frustrationen eingesteckt wurden. Die Restaurierung schlussendlich aber glücklich und zufriedenstellend abgeschlossen und der schriftliche Teil der Arbeit abgeliefert werden konnte.
Das hochgesteckte Ziel der partiellen Retuschierung der Lackschäden wurde anfangs unterschätzt. Gewisse neue Erkenntnisse konnten durch die Untersuchungen gewonnen werden. Als eine der grössten für die Besitzer dürfte sein, dass es sich bei der jetzigen Lackierung nicht mehr wie angenommen um die authentische Werkslackierung handelt. Dies war auch für den Dozenten Ueli Fritz und mich im ersten Moment ein etwas herber Dämpfer. Die Lackschäden am Auto blieben jedoch die gleichen und die Herausvorderung, diese auf

eine ungewöhnliche Methode aus der Sicht eines Restaurators zu beseitigen, liessen die Diplomarbeit weiter gedeihen.

Neben gewissen analytischen Problemen und Unsicherheiten bei der chemischen Interpretation der Lackschichten stellte sich die Retuschierung der grösseren Schäden als Schwierigkeit heraus. Eine der gewonnenen Erkenntnisse ist denn auch, dass monochrome Objekte nicht einfach monochrom sind. Dies tönt paradox, doch die Farbmessungen am Fahrzeug zeigten, dass die gesamte Lackierung keineswegs überall die genau gleiche Farbe aufwies. Diese Vorahnung stellte mich dann erst bei der Restaurierung und der Retuschierung vor Probleme. Um die Farbgebung der Retuschen passend in den Altlack zu integrieren waren für jeden Schaden individuelle Farbabgleichungen nötig. Die nachträgliche Politur war dabei gnadenlos gegenüber zu grossen Farbdifferenzen und die Resultate anfangs sehr ernüchternd und entäuschend. Ein bisher unbekannter innerer Ehrgeiz, Arbeitswille und Qualitätsanspruch liessen jedoch nicht locker, sodass die Retuschen und die gesamte Diplomarbeit doch noch ein glückliches Ende gefunden haben.

Ob die erarbeitete und hier gezeigte Methode zur partiellen Retuschierung von Autolacken gegenüber der herkömmlichen Herangehensweise von Lackierbetrieben konkurrenzfähig ist bleibt fraglich. Sicherlich beschränkt sich eine solch aufwändige Restaurierung nur auf Veteranen- oder Spezialfahrzeuge, die diese Instandstellung der Lackierung auch gerechtfertigen. Allerdings wird auf Internationaler Ebene zur Bewertung von Veteranenfahrzeugen dieser Aufwand zur Erhaltung authentischer Fahrzeuglackierungen mit besseren Benotungen der Autos gestützt. Ob das Ziel, die Anerkennung zum Veteranenstatus der Motorfahrzeugkontrolle des Kantons Bern erreicht wurde, wird sich zeigen.



Der restaurierte Wagen im Atelier der Hochschule der Künste

2. Allgemeiner Teil

2.1 Der Begriff „Oldtimer"

Die heute gängige Bezeichnung „Oldtimer" für ein altes Fahrzeug ist vor allem im deutschen Sprachraum verbreitet. Im englischen meint Oldtimer dagegen einen alten Mann oder Opa. Fahrzeuge vergangener Epochen werden dort mit dem Ausdruck „classic car", „vintage" oder „veteran (car)" bezeichnet. Genaue Begriffsdefinitionen finden sich selten. Die FIVA (Fédération Internationale des Véhicules Anciens) definiert auf internationaler Ebene „Historische Fahrzeuge" als Fahrzeuge mit einem Herstellungsdatum vor 1982 (2007), die historisch korrekt erhalten und gepflegt wurden und nicht zum täglichen Transport benutzt werden [FIVA Technical Code, S.3, 2004]. In der Schweiz wird der Begriff „Veteranenfahrzeug" für Fahrzeuge mit erster Inverkehrssetzung vor 25 bis 30 Jahren (je nach Kanton) bei den kantonalen Ämtern (Verkehrsprüfzentren) benutzt. Zusätzlich müssen die Fahrzeuge die nötigen technischen und ästhetischen Voraussetzungen erfüllen und resultieren für den Besitzer in einer günstigeren Besteuerung [Polizei- und Militärdirektion Kanton Bern: Veteranenfahrzeuge, 2007]. Genauere Zulassungskriterien für den Kanton Bern werden in Kapitel 3.2 behandelt.

2.2 Bewertungskriterien historischer Automobile

Sowohl für den Markt, als auch für Versicherung oder Besteuerung historischer Fahrzeuge ist eine genaue Klassifizierung wichtig. Auch hier haben sich Bemühungen für allgemeingültige Richtlinien allmählich durchgesetzt, können aber teilweise variieren. Insbesondere in der materiellen Bewertung sind subjektive Faktoren von Käufer oder Verkäufer neben objektiven Kriterien über Historie und Zustand eines Fahrzeuges entscheidend. Objektive und detaillierte, von vielen Automobilclubs und -vereinigungen, Versicherungen und Händlern anerkannte und herausgegebene Richtlinien, welche die FIVA für die von ihr ausgestellten Identifikations-Karten aufführt, sind im Folgenden ins Deutsche übersetzt:

Fahrzeug-Definitionen nach FIVA

Typ A – Standart

Darunter fallen Fahrzeuge, einzeln oder in Serie hergestellt, die sich heute im Zustand präsentieren, wie damals vom Hersteller ausgeliefert. Für Fahrzeuge der Erhaltungsgruppen 2-4 sind Veränderungen erlaubt, die vom Hersteller freigegeben wurden oder zeitgenössisches Zubehör, das während der üblichen Nutzungszeit im Handel erhältlich war.

Typ B – Periodisch Abgeändert

Darunter fallen Fahrzeuge, die speziell angefertigt wurden oder für einen besonderen Verwendungszweck in ihrer Zeitperiode konstruiert oder abgeändert worden sind. Sie sind typisch in ihrer Art und dadurch von historischem Interesse.

Typ X – Ausnahmen

Fahrzeuge die ausserhalb der entsprechenden Zeitperiode abgeändert wurden. Die Änderungen betreffen das rollende Chassis oder die Plattform und entsprechen den üblichen Regeln. Gebrauchte Teile entsprechen der dazugehörigen Zeit oder sind Replikate gleicher Ausführung in Design, Material und Funktion.

Typ C - Reproduktion

Darunter fallen Fahrzeuge, die außerhalb ihrer Zeitperiode, mit oder ohne Verwendung von Originalteilen als Nachbau eines zeitgenössischen Fahrzeuges hergestellt wurden. Bei einem solchen Fahrzeug muss klar gekennzeichnet sein, dass es sich um einen Nachbau handelt. Der Erbauer eines solchen Nachbaus wird, bezogen auf die Erhaltungsstufen 1-4 als Hersteller betrachtet. Ein solches Fahrzeug kann nur an Veranstaltungen der FIVA teilnehmen, wenn sein Konstruktionsdatum die Bestimmungen der FIVA bezüglich des Alters der Fahrzeuge (2007: 31.12.1982) erreicht hat. Vor der Auslieferung einer FIVA Identity Card für ein Fahrzeug dieses Typs muss bei der Technischen Kommission der FIVA wegen einer abschließenden Entscheidung nachgefragt werden [FIVA, Technical Code, S.3, 2004].

Erhaltungsklassen nach FIVA

Gruppe 1 – Authentisch

Ein Fahrzeug, so wie es vom Hersteller ausgeliefert wurde, mit geringen Gebrauchsspuren, komplett original, einschließlich der Innenausstattung und des äußeren Finish*. Ausgenom-men ist der zeitgenössische Ersatz der Bereifung, der Batterie, der Zündkerzen und einigen Verschleißteilen.*

Gruppe 2 – Original

Ein gebrauchtes historisches Fahrzeug, aber ***niemals restauriert****, mit fortlaufendem Besitz- und Nutzungsnachweis, in originalem Erhaltungszustand mit eventuellen Gebrauchsspuren und Abnutzungen. Teile, die bei normaler Nutzung verschleißen, dürfen durch zeit-genössischen Teilen entsprechenden Ersatzteilen ersetzt sein.* ***Die Lackierung, die Ober-flächenvergütung der Zierteile und die Innenausstattung können nach damaliger Technik ersetzt worden sein.***

Gruppe 3 – Restauriert

Ein Fahrzeug mit bekannter Geschichte, das total oder teilweise zerlegt, überholt und anschließend wieder zusammengebaut wurde, mit nur unerheblichen Abweichungen zum original konstruierten Zustand in Bezug auf Materialien und die verwendeten Ersatzteile.

Original-Hersteller-Teile müssen, soweit sie verfügbar sind, verwendet werden, können aber durch Zubehörteile gleicher Spezifikation ersetzt werden. Die Innenausstattung und das äußere Finish kann ersetzt sein, sollte sich aber so weit wie möglich der zeitgenössischen Ausstattung anpassen.

Gruppe 4 - Neubau

Werden Teile von einem oder mehreren Fahrzeugen eines Modells oder eines Typs zu einem Fahrzeug vereint, wie es nach Hersteller-Spezifikation möglich war, so ist dies ein Wiederaufbau. Die verwendeten Teile können während des Wiederaufbaus des Fahrzeuges oder außerhalb der normalen Nutzungsdauer hergestellt sein, wie z.B. Karosserie, Motorblock, Zylinderkopf, Getriebe oder andere, nicht für die Identität relevante Teile. Die Innenausstattung und das äußere Finish sollten sich der zeitgenössischen Ausstattung so weit wie möglich anpassen.

Erläuterung:

Die Erhaltungsklassen 1 und 2 sind sehr selten und werden nur nach eingehender Prüfung vergeben. Voraussetzung ist immer ein lückenloser Nachweis der Fahrzeug-Historie. Die Laufleistung der Fahrzeuge muss ungewöhnlich gering sein, der Erhaltungszustand außergewöhnlich gut. Eine Einstufung in Gruppe 1 wird es wohl nur in Ausnahmefällen geben. ***Der normale Oldtimer ist ein Fahrzeug der Klasse A-3: Restauriertes Standard-Fahrzeug*** *[FIVA, Technical Code, S. 4, 2004].*

Zeitliche Klassifizierung nach FIVA

FIVA-Veranstaltungen und unabhängige Veranstalter teilen die teilnehmenden Fahrzeuge bei Oldtimerrennen oder Ausstellungen in folgende Klassen ein:

Klasse A *(Ancester) Fahrzeuge mit Baujahr bis 31.12.1904*
Klasse B *(Veteran) Fahrzeuge mit Baujahr zwischen 1.1.1905 und 31.12.1918*
Klasse C *(Vintage) Fahrzeuge mit Baujahr zwischen 1.1.1919 und 31.12.1930*
Klasse D *(Post Vintage) Fahrzeuge mit Baujahr zwischen 1.1.1931 und 31.12.1945*
Klasse E *(Post War) Fahrzeuge mit Baujahr zwischen 1.1.1946 und 31.12.1960*
Klasse F *Fahrzeuge mit Baujahr zwischen 1.1.1961 und 31.12.1970*
Klasse G *Fahrzeuge mit Baujahr 1.1.1971 bis FIVA Alterslimit (2007: 31.12.1982)*
[FIVA, Technical Code, S. 4, 2004]

Fahrzeuge der Klasse F werden im deutschen Sprachraum mit „Wirtschaftswunder“, Klasse G mit „Youngtimer“ bezeichnet. Die Klasse H existiert noch nicht – man spricht aber von Klassikern der Zukunft [Wikipedia, Oldtimer, 2007].

Zustandsnoten nach Classic Data

Neben der international Tätigen FIVA, für deren Veranstaltungen der Besitz einer FIVA-Identifikations-Karte Pflicht ist, werden in Deutschland und der Schweiz für gewöhnlich Gutachten anhand von Richtlinien der Classic Data erstellt, die sowohl beim Kauf als auch bei Versicherungsverträgen bei Oldtimern zum tragen kommen und Behördengänge erleichtern können.

Note 1
*Makelloser Zustand. Keine Mängel an Technik, Optik und Historie (Originalität). Fahrzeuge der absoluten Spitzenklasse. Unbenutztes Original (Museumsauto) oder **mit Neuteilen komplett restauriertes Spitzenfahrzeug**. Wie neu (oder besser). Sehr selten!*
Note 2
Guter Zustand. Mängelfrei, aber mit leichten (!) Gebrauchsspuren. Original oder fachgerecht und aufwendig restauriert. Keine fehlenden oder zusätzlich montierten Teile (Ausnahme: Wenn es die StVZO verlangt).
Note 3
Gebrauchter Zustand. Normale Spuren der Jahre. Kleinere Mängel, aber voll fahrbereit. Keine Durchrostungen. Keine sofortigen Arbeiten notwendig. Nicht schön, aber gebrauchsfertig.
Note 4
Verbrauchter Zustand. Nur bedingt fahrbereit. Sofortige Arbeiten notwendig. Leichtere bis mittlere Durchrostungen. Einige kleinere Teile fehlen oder sind defekt. Teilrestauriert. Leicht zu reparieren (bzw. restaurieren).
Note 5
Restaurationsbedürftiger Zustand. Nicht fahrbereit. Schlecht restauriert bzw. teil- oder komplett zerlegt. Größere Investitionen nötig, aber noch restaurierbar. Fehlende Teile.
[Classic Data, Zustandsnoten, 2000].

Bewertungskriterien am Markt

Auch am Oldtimermarkt spielt das klassische Modell von Angebot und Nachfrage die entscheidende Rolle. Das Angebot wird zum einen sicherlich durch das Alter der Wagen und die Grösse einer Serie bestimmt. Dazu kommen die oben erwähnten Zustandskriterien – die sich teilweise erheblich auf das im Grunde gleiche Objekt auswirken können. Ob sich eine allfällige Restaurierung bei nachträglicher Veräusserung des Wagens auszahlen würde ist im Einzelfall sicher auch von Experten nicht immer leicht zu beurteilen. Neben den erwähnten, weitgehend objektiven Bewertungskriterien für das Preispotenzial eines Oldtimers, fallen insbesondere auch subjektive Emotionen oder Erinnerungen bei den oft gutbetuchten

Interessenten ins Gewicht. Daneben kann die Historie eines Fahrzeuges massgeblich zur Preisentwicklung beitragen: Bei Sammlern besonders beliebt sind neben Rennunikaten auch Autos einstiger Regenten oder Showgrössen. Allerdings ist die Spekulation mit Oldtimern und deren Markt für Laien, ähnlich dem Kunsthandel, nur schwer zu beurteilen. Zu den zurzeit gefragtesten Modellen zählen der Lancia Stratos der Gruppe 4 sowie Fahrzeuge aus der Renn- und Rallyeszene von Aston Martin, Alfa Romeo, Porsche, Maseratti und BMW. Der Wert dieser Autos habe sich seit 2001 mindestens vervierfacht. Angeblich liegen die Wertsteigerungen aufgrund des Oldtimer-Booms bei gut erhaltenen Autos jährlich zwischen fünf bis zwanzig Prozent [Glinz F., S. 48, 2007]. Der bisher teuerste je verkaufte Oldtimer, ein Bugatti Royal Kellner von 1931, soll 1987 an einer Auktion von Christie's für rund 20 Mio. Deutsche Mark den Besitzer gewechselt haben. Auf den Plätzen zwei und drei befinden sich zwei Ferraris aus den 60er Jahren [Gilthserano, Die teuersten Oldtimer der Geschichte, 2007]. Der Preis eines gut erhaltenen `53 Studebaker Champion soll sich nach fünf Jahren verdoppeln [Bridges J., S.291, 1992]. In den Jahren 1953 und 54 wurden insgesamt 106'168 Coupés und Hardtops produziert. Nach einer Studie der Ford Motor Company sollen nach nur 10 Jahren bereits 80 bis 90% einer Autoserie schrottreif sein. Das Spezial Interest Auto Magazine schreibt 1972, dass nach 16 Jahren noch 1%, nach 25 Jahren nur noch 0,1 % einer Serie in einem exzellentem Zustand wären. Bei moderater Rechnung dürften nach 54 Jahren also weniger als 106 Fahrzeuge dieses Typs übrig geblieben sein [Bridges J., S. 293, 1992] Der Autor des zitierten Buches schätzt, dass sich weltweit rund 300 `53 und `54 Coupés und Hardtops in fahrtüchtigem und restauriertem Zustand befinden dürften. Zu den grössten Raritäten aufgrund einer produzierten Stückzahl von 10'000 zählt der `54 Hardtop. Die Commander Modelle dürften aufgrund ihres V8 Motors dem Champion mit einem 6-Zylinder-Motors von Sammlern bevorzugt werden [Bridges J., S.294, 1992]. Von den Loewy Coupés von Studebaker sollen in der Schweiz angeblich noch fünf Stück in Betrieb sein [Pulver G., 2007]. Eine genaue Aussage über den hypothetischen Wert unseres Champions zu machen ist sehr schwierig. Die Tatsache, dass er von Lilo Pulver gekauft und gefahren wurde, dürfte sich zusätzlich auf den Preis auswirken. Eine Schätzung zwischen CHF 30'000 bis 50'000 kann im momentanen Zustand als realistisch betrachtet werden. Inwieweit der Wagen durch die erfolgte Restaurierung an Wert gewonnen hat ist unklar.

Classic Data haben zusammen mit Versicherungsexperten aufgrund von Unsicherheiten in Bezug auf die Bewertung von Oldtimern 1992 die bereits erwähnten Zustandsnoten und andere Begriffe definiert: Der geschätzte Marktwert richtet sich nach einem Durchschnittspreis am Privatmarkt oder bei selten gehandelten Fahrzeugen nach Auktionsergebnissen und ist Basis für eine Versicherungseinstufung. Des Weiteren wird für Versicherungen ein Wiederbeschaffungswert und ein Wiederherstellungswert definiert, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen wird [Classic Data, Wertdefinitionen, 2000].

2.3 Gedanken zur Restaurierungsethik

Praxis

Der Umgang, die Reparatur und Pflege alter Fahrzeuge ist grundsätzlich sehr unterschiedlich. Primär ist dies Abhängig von Besitzer und der Wert(schätzung) des Objektes. Als weiteres wichtiges Kriterium dürfte die zukünftige Nutzung eines zu restaurierenden Fahrzeuges sein – handelt es sich um ein Museumsstück, Ersatzteillager, Schrott, ein Liebhaberobjekt, oder soll das Fahrzeug marktkonforme Anforderungen erfüllen und verkauft werden. Die Lackierung alter Fahrzeuge nimmt zudem eine Sonderstellung in diesem Spektrum ein. Während funktionale Teile alter Fahrzeuge als Originale noch zu finden sind, müssen im Bereich der Lackierung oft Kompromisse eingegangen und alternative Lösungen gefunden werden. Zum einen sind originale Lacke kaum auffindbar und nur bedingt über längere Zeit lagerfähig, zum anderen, wie am Beispiel von Nitrolacken, ist deren Applikation auf Grund der Lösemittelanteile inzwischen Europaweit verboten [Tutt G., Interview, 2007]. Die in Kapitel 2.2. von der FIVA herausgegebenen Bedingungen über die Erhaltungsklassen von Veteranenfahrzeugen können, auch für eine Restaurierung, als sehr streng angesehen werden. In der Praxis werden diese in Bezug auf eine historisch authentische Lackierung jedoch eher selten und fast ausschliesslich im Bereich von Fahrzeugen der höchsten Preisklassen erfüllt. Wie sich in der vorliegenden Diplomarbeit gezeigt hat, ist auch auf technischem Gebiet deren Umsetzung äusserst schwierig. Die Richtlinien von Classic Data erweisen sich hingegen als toleranter und eher mild. Selbst bei Fahrzeugen, die mit der Bestnote 1 bewertet sind und als Museumsstücke gepriesen werden, wird eine komplette Restaurierung mit neuwertigen originalen Teilen akzeptiert. Der Zusatz *„wie neu, oder besser“* meint dann wohl auch eher eine Renovierung solcher Automobile. Möglich, dass aufgrund dieser laschen Richtlinien im Deutschen Sprachraum am Markt eher selten Fahrzeuge mit authentischer Lackierung anzutreffen sind. Zum einen spielt sicher eine mangelnde Sensibilität der Käufer, zum anderen die Kosten für eine aufwendigere und von Spezialisten ausgeführte Restaurierung eine grosse Rolle. Ein heutiger Käufer, der sich dieses teure Hobby leisten will und sich mit der Thematik wenig auseinandergesetzt hat, bevorzugt beim Kauf dann wohl auch eher ein Fahrzeug, dass eben wie neu und mit hoch poliertem, glänzendem Lack erscheint.

Grundsatzpapiere und der Begriff der Authentizität

Um Grundsatzpapiere von Restauratoren zu berücksichtigen, muss ein Fahrzeug als Denkmal, Skulptur oder dann als technisches Kulturgut betrachtet werden. Man geht demnach von einem musealen Anspruch aus. Ob diese denkmalpflegerischen Grundsätze

auf Fahrzeuge und somit auf diese Diplomarbeit übertragbar sind bleibt fraglich. Interessant sind die in der Charta von Venedig (1964) zitierten Artikel 9 bis 12, in denen *die Restaurierung Ausnahmecharakter behalten sollte und deren Ziel es ist, die ästhetischen und historischen Werte des Denkmals zu bewahren und zu erschliessen. Als Grundlage dafür gilt der überlieferte Bestand und authentische Dokumente. Wiederherstellung und Ergänzungen müssen sich vom Original abheben und sind im heutigen Stil vorzunehmen, sollen sich aber harmonisch in den Originalbestand einfügen*. Artikel 11 legt fest, dass *alle am Denkmal vorhandenen Merkmale vergangener Epochen respektiert werden müssen und Stilreinheit kein Restaurierungsziel ist. Für den Fall, dass der aufzudeckende Bestand von hervorragendem historischem, wissenschaftlichem oder ästhetischem Wert ist und sein Erhaltungszustand die Massnahme rechtfertigt, sind Ausnahmen möglich [Janis K., S. 157, 2005].* Der Begriff der Authentizität und seine Wichtigkeit in der Restaurierung wird allerdings erst an einer Konferenz 1994 in Nara (Japan) über die Authentizität in Bezug auf das Weltkulturerbe genauer definiert. Letzter Punkt 13 über Werte und Authentiziät: *„In Abhängigkeit vom Charakter des kulturellen Erbes, seinem kulturellen Kontext und seiner Entwicklung in der Zeit können Urteile zur Authentizität mit der Gesamtheit einer grossen Vielfalt von Informationsquellen verbunden sein. Aspekte dieser Quellen können die Form und die Gestaltung, das Material und die Substanz, der Gebrauch und die Funktion, Traditionen und Techniken, Standort und Inszenierung sowie Geist und Gefühl sowie andere innere und äussere Faktoren einschliessen. Die Nutzung dieser Quellen erlaubt die Aufarbeitung der spezifischen künstlerischen, historischen, sozialen und wissenschaftlichen Dimensionen des untersuchten Kulturerbes [Nara Document on Authenticity, S.11-16, 1995].* Authentizität wird also beschrieben als etwas, dass man erst bei genauer Auseinandersetzung mit dem Objekt erkennt. Einfach gesagt könnte man Authentizität vielleicht als Wahrheit oder wahren Wert beschreiben. Interessant also, dass die FIVA, die 1966 gegründet wurde, den Begriff der Authentizität als wichtiges Kriterium für die Beurteilung ihrer Fahrzeuge als selbstverständlich betrachtet.

Technisches Kulturgut

Technisches Kulturgut stammt vorwiegend aus der Neuzeit, also dem Zeitraum der letzten 400 Jahre. Der Unterbegriff Industrielles Kulturgut grenzt die Periode nochmals ein auf die Industrialisierung und die Produktion von Massengütern [Feldhaus U., S. 19]. Die Diskussionen, die entstanden sind, haben vor allem in den Technikmuseen in den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren zu einem Umdenken geführt. Die damalige Praxis, die Objekte auf ihre äussere Erscheinung zu reduzieren, ist der einer funktionalen, lebendigen und authentischen Geschichtswiedergabe gewichen. Bei solchen Objekten handelt es sich also um Gebrauchsgegenstände und damit um Objekte, die nur für eine begrenzte Lebensdauer

konzipiert wurden. Gerade solche Gebrauchsspuren zeugen aber von der Nutzung und der Authentizität eines Objektes. Eine Neulackierung auf einem Fahrzeug würde also dessen lebendige Geschichte oder seinen gewachsenen Zustand zerstören. Allerdings muss auch hier relativiert werden: Eine Reinigung von Schmutz bedeutet Pflege eines Objektes. Schäden oder Gebrauchsspuren können aber ein Objekt in seiner ästhetischen Erscheinung und Gesamtheit stören. Die wichtigsten Punkte für die Evaluierung einer Restaurierung sind Ausstellungskonzeption, Vorzustand und ehemalige Verwendung des Objektes [Koesling V., S. 446 f., 1999].
Einige Grundregeln über die Restaurierung von Technischem Kulturgut und von Automobilen im Speziellen können dem Jahrbuch der Internationalen Vereinigung der Transportmuseen, Ausgabe 7 von 1980 entnommen werden. Inwieweit diese auch heute noch aktuell sind ist nicht ganz klar: Die Objekte solcher Museen hatten alle ursprünglich eine nützliche Funktion. Die Mehrheit dieser Museen ist denn auch bemüht, die Fahrzeuge in funktionstüchtigem Zustand zu erhalten und diese dem Publikum zu demonstrieren. Konservierung wird als Bemühung zur Bewahrung des Ist-Zustandes betrachtet. Die Restaurierung führt gegenüber einer Konservierung weiter und gilt als Mittel zur Repräsentation der originalen Form des Objektes mit der Verwendung von Materialien und Techniken, die dem Original möglichst entsprechen. Ein restauriertes, einzigartiges Fahrzeug sollte nur sehr beschränkt benutzt werden. In vielen Fällen, bei denen die Objekte zu wertvoll für eine funktionale Nutzung und Präsentation sind, werden Kopien erstellt. Diese sollten dann als Reproduktionen deklariert sein, da das Wort Replika gewöhnlich für eine Kopie, hergestellt durch den ursprünglichen Künstler oder Hersteller, steht. Die Restaurierung in einen originalen Zustand kann sehr problematisch oder gar unmöglich sein, weil viele Abänderungen über die Laufzeit eines Fahrzeuges vorgenommen werden sein können. (Da kollidiert der Begriff der Restaurierung mit dem der Authentizität.) Es ist weiter darauf zu achten, dass sich zum Beispiel ein Finish eines billigen Massenproduktes eines Fort T von dem eines Rolls-Royce oder Cadillac unterscheidet. Schlussendlich bestimmen nicht das Wissen, sondern eher die Kosten über die detailtreue Ausführung einer Restaurierung. [Ware Michael E., S. 21 f., 1980]

2.4 Geschichte der Automobillackierung und deren Reparatur

Mit der Erfindung und den ersten Probefahrten des „Patent-Motorwagen“ im Jahr 1886 durch den Mechaniker Carl Benz in Mannheim und im gleichen Jahr, drei Monate später mit Gottlieb Daimlers „Motorkutsche“ in Stuttgart-Bad Cannstatt wurde das neue Automobilzeitalter eröffnet [Schwenk E., S. 1, 1986]. Parallel zur stetigen Weiterentwicklung des Automobils vollzog sich die der Beschichtungsstoffe, mit denen die Fahrzeuge versehen

wurden. Über all die Jahre haben sich bestimmte Grundbestandteile der Autolacke nicht verändert. Jeder Lack besteht auch heute noch aus Bindemittel, Farbmittel, Lösemittel, Zusätzen und Füllstoffen [Hamber B. et al., S. 53., 1992]. Der Ursprung der Lackierkunst liegt in Ostasien, wo Möbel und Vasen bereits vor etwa 3000 Jahren mit dem Saft der Rinde des chinesischen Lackbaums in mehreren dünnen Schichten lackiert wurden. Ab der Mitte des 17. Jahrhunderts verbreitete sich die Lackierkunst auch in Europa. Der englische Kutschenlack gehörte, aufgrund seiner Wetterbeständigkeit zu den wertvollsten Lackerzeugnissen. Englische Lacksieder wurden gegen Ende des 19. Jahrhunderts von Deutschen Lacksiedereien abgeworben [Sadowski F., S. 16, 2000]. Mit dem Automobil als Massenprodukt in den 60er Jahren hat sich auch die Lackierung mit der Einführung von Wasserlacken und der Applikation durch die Elektrotauchlackierung in den 70er Jahren grundlegend geändert. Die Serienlackierung hat sich von der eigentlichen handwerklichen Lackierung getrennt. Die individuelle Autolackierung und die Autoreparaturlackierung wird seither in kleinen Autolackierereien, die weitgehend mit anderen Lackrohstoffen und anderer Infrastruktur arbeiten, betrieben. Die heutige Vielfalt und die Kombinationsmöglichkeiten von Lacken bewirkt eine Unübersichtlichkeit in Verwendung, Applikation und Eigenschaften. In den folgenden Unterkapiteln wird deshalb versucht, einen gewissen Überblick über die verschiedenen Lacke und deren Anwendung über die Zeit der Autolackierung zu bieten.

Öllacke

Das Lackgewerbe bestand 1886 noch aus kleinen Firnis- und Lackküchen, die oft von Malermeistern betrieben wurden. Die Rezepte der Lacksieder waren ein gut gehütetes Geheimnis. Ihre Lacke bestanden aus drei Naturstoffen: **pflanzlichem Harz, Leinöl** und **Terpentinöl** als Lösemittel. Der **Bernstein** als Harz, Überreste von Nadelbäumen aus der Tertiärzeit, wurde durch sammeln an den Stränden der Ost- und Nordsee, oder bergmännisch in Sandgruben gewonnen. Als die Bernsteinvorräte zur neige gingen, wurde auf afrikanische Baumharze – die **Kopale** zurückgegriffen.

Das **Leinöl** wurde vorwiegend aus den baltischen Ländern bezogen. Durch die Verkochung von Harz und Leinöl entstand ein Lackbindemittel, das zur Verdünnung mit nordamerikanischem Terpentinöl verdünnt wurde. Das Harz wurde sortiert und zerkleinert in gusseiserne Schmelzkessel geschichtet, geschmolzen und auf 300°C erhitzt. Im Siedetopf wurde das Leinöl zu Standöl verkocht. Das 200°C heisse Standöl wurde der Harzschmelze Portionenweise hinzu gegossen, wobei darauf zu achten war, dass das Gemisch für mehrere Stunden zwischen 280 - 300°C beheizt wurde. Hatte der Sud die richtige Konsistenz, wurde er mit Standöl abgeschreckt, mit Terpentinöl verdünnt und gefiltert. Zur Färbung wurden Asphalt, Russ oder Elfenbeinschwarz benutzt [Schwenk E., S. 3 – 5, 1986].

Die damalige Lackierung mit Öllacken war äusserst aufwändig und zeitintensiv. Die gehämmerten Stahlbleche (die Karosserie bestand teilweise auch aus Holz [Standox, 2007]) wurden in der Spenglerei mit Bimssteinen oder Glaspapier entrostet, entstaubt und mit einer „Halbölbleiweissfarbe" vorgrundiert. Nach mehrtägiger Durchtrocknung folgte dreimaliges Streichen mit Spachtelkitt (Schiefermehl/Firnis-Gemisch [Standox 2007]), schwarzer Kontrollfarbe, die überschliffen wurde und Fehlstellen ggf. nochmals gekittet. Bis das Blech von Unebenheiten befreit war vergingen bis zu zwei Wochen, bevor mit dem eigentlichen Lackieren, was wiederum mindestens acht Arbeitsschritte benötigte, begonnen werden konnte:

- Erster Grundanstrich mit Anlegefarbe im Grundton. Über Nacht trocknen lassen, mit einem Rosshaarpinsel glätten.
- Zweiter Grundanstrich im Grundton. Über Nacht trocknen lassen, mit Haarfilz und feinstem Bimsmehl schleifen, Bimsstein abwaschen.
- Erster Überzug mit Lasurfarbe. Zwei Tage trocknen und mit Filz kornfrei schleifen.
- Zweiter Überzug mit Lasurfarbe. Zwei Tage trocknen lassen und schleifen.
- Vorlackieren mit farblosem Schleiflack. Mit Filz und Bims schleifen.
- Zierstriche und Absatzlinien ziehen. Acht Tage trocknen lassen.
- Auslackieren mit einem fetten, farblosen Kutschenlack. Zwei bis drei Tage in beheiztem Raum trocknen lassen.
- Inspektion und Abgabe zur Endmontage.

Die etwa 27 verschiedenen Arbeitsgänge benötigten zwischen 200 bis 360 Arbeitsstunden pro Fahrzeug [Schwenk E., S. 8 und 9, 1986].

Neben der Schutzwirkung gegen Korrosion forderte der Automobilbau nun auch eine farbliche Gestaltung der Karosserien [Waentig F., S. 38, 1996]. Die Öllacke wurden bis in die zwanziger Jahre beim Lackieren von Kutschen und Automobilen verwendet und mit dem Pinsel aufgetragen. Die langsame Trocknung erfolgte durch Sauerstoffaufnahme, wurde aber schon damals mit Sikkativen beschleunigt. Durch Feuchtausdehnungen waren Holzkarosserien anfällig auf Abplatzungen. Bei Reparaturen wurden die Kutschen oder Automobile aufgrund fehlender Farbangaben meist neu lackiert [Standox, 2007]. Das erste am „Band" hergestellte Fahrzeug von Henry Ford 1912 wurde allerdings mit Japanlack beschichtet. Der Saft des japanischen Lackbaumes wurde mit Asphalt versetzt und war nur in schwarz erhältlich, trocknete aber schneller als die Öllacke [Sadowski F., S. 17, 2000].

Nitrolacke

Der Aufschwung nach dem ersten Weltkrieg erhöhte die Nachfrage nach Lacken stark. Mit der Erfindung der niedrigviskosen Nitrocellulose von 1925 als völlig neuem Lackrohstoff konnte auch das Problem der langsamen Lacktrocknung gelöst werden. Innerhalb kürzester

Zeit stellten die Autofabriken auf der ganzen Welt auf den neuen Nitrolack um. Die Erfindung der Nitrolacke geht auf das nasse Collodiumverfahren der Fotografie von 1851 zurück zur Beschichtung von Glasplatten [Schwenk E., S. 15, 1986]. 1870 erfand J. W. Hyatt das Celluloid, den ersten Kunststoff aus Campher und Cellulosenitrat [Waentig F., S. 38, 1996]. Die natürliche Cellulose wird dabei in einem Veresterungsverfahren mit Nitriersäure (Gemisch aus Schwefel- und Salpetersäure mit Wasser) hergestellt und die grossen Molekülketten abgebaut [Müller P., Poth U., S. 76, 2003]. Später wurde das Cellulosenitrat oder die Collodiumwolle als Wundpflaster oder künstliche Seide verwendet. Nitrierte Cellulose ist explosiv und wurde deshalb als Schiesspulver im ersten Weltkrieg ausgiebig verwendet. Die grossen Vorräte der hochmolekularen Nitrocellulose nach dem Krieg dienten zur industriellen Herstellung von niedrigviskosen Nitrolacken mittels Druck-Kochverfahren in Butanol. Die äusserst schnell trocknenden Spritzlacke wurden nun auch mit der neu erfundenen Spritzpistole appliziert. Als erste Fabrik nutzte 1923 General Motors die neuen Nitrolacke. Der Arbeitsaufwand für die Automobillackierung konnte damit massiv gesenkt werden. Der Nitrolack wies jedoch den Nachteil von Haftungsproblemen auf dem Blech und eine rasche Abmattung des Glanzes auf, was eine regelmässige Neupolierung benötigte und den Lack damit rasch abnutzte [Schwenk E., S. 15 – 17, 1986]. Durch die Zugabe von Füllstoffen wurden Grundierung, Füller und Spachtelkitte erzeugt. Die Lackierung glich damit zum ersten Mal annähernd den heutigen Materialien und deren Applikation in der Reparaturlackierung. Da der Nitrolack aber rein physikalisch durch die Verdunstung des Lösemittels trocknet, müssen sämtliche Schichten äusserst dünn aufgetragen und jeweils abgelüftet werden. Beim Decklack erfordert dies somit bis zu zwölf Schichten. Die fertige, matt erscheinende Lackierung wird danach mit Schleifpasten und Polituren auf Hochglanz gebracht. Die Nitrolackierung galt bis in die fünfziger Jahre als Standart im Automobilbereich [Standox, 2007].

Alkydharz- und Nitrokombilacke

Die ersten Alkydharze, in Polyester eingebaute ungesättigte Fettsäuren (Phtalsäureanhydrid, verbunden über Glycerin mit ungesättigten Fettsäuren [Müller B., Poth U., S. 87, 2003], gelten als erste vollsynthetische Lackbindemittel, die 1927 von R. H. Kienle erfunden und ab 1929 von General Electric in den USA verkauft wurden. General Motors stellte 1933 als erste Automobilfabrik auf Alkydharzlacke um. Die Alkydharze trockneten schneller, wiesen eine höhere Füllkraft für Pigmente auf und hatten eine glatte und harte Oberfläche, was ein nachträgliches Polieren erübrigte. Weiterentwicklungen gelangen durch Kombinationen mit Harnstoffharzen, was zu den widerstandsfähigen Einbrennlacken führte. Die Lackierzeit eines Autos konnte nun auf etwa vier Stunden reduziert werden. Eine Lackierung mit Einbrennlack sah folgendermassen aus:

- Entrosten der Karosserie in Phosphorsäure/Alkohol-Gemisch, waschen, trocknen und reinigen
- Grundierung mit Alkydharzprimer, einbrennen.
- Ausspachteln von Löt- und Schweissstellen mit Kitt, trocknen bei 130°C, Überzug mit Spritzkitt, trocknen bei 120°C.
- Spritzen mit pigmentiertem Alkydharzlack, 1 Stunde bei 120°C einbrennen, anschliessend schleifen und trocknen.
- Zweimalige Beschichtung mit Alkyd-Decklack, jeweils 1 Stunde bei 120°C einbrennen.

Die gute Verträglichkeit mit Nitrocellulose führte dazu, dass die schnelle Trocknung und die Polierbarkeit der Nitrolacke mit den Vorteilen der guten Füllkraft und Beständigkeit der Alkydharze in den Nitrokombilacken vereint wurden [Schwenk E., S. 20 – 22, 1986]. Die Kombination von nichtrocknenden, Fettsäure modifizierten Alkydharzen mit Melaminharz führte ab 1956 in Europa zu sehr Glanz- und Farbtonbeständigen Decklacken [Waentig F., S. 41, 1996].

Wasserlacke in der Serienlackierung

Die 60er Jahre waren gekennzeichnet durch eine Automobilwelle. Die Nachfrage nach Autos und Mobilität erreichte nun auch die breite Bevölkerung [Sadowski F., S. 20, 2000]. Die Autoindustrie war gefordert, noch schneller, rationeller, dauerhafter und optisch gefälliger zu lackieren. In der Folge wurden über die Jahre raffinierte neue Applikations- und Trocknungstechniken entwickelt: Rotodip und Rotospray, UV- und Elektrostrahlhärtung, Airless-Spray und Flowcoating, Elektropowder Coating und Elektro-Slurry-Coating-Verfahren, hoch spezialisierte und computergesteuerte Verfahren. Als bis heute bahnbrechendste Entwicklung in der Serienlackierung ist jedoch die Elektrotauchgrundierung mit wässrigen Lacksystemen zu sehen. Bereits in den 50er Jahren entwickelte der Deutsche Chemiker Dr. Herbert Hönel Wasserlacke. Konventionelle Lackrohstoffe – modifizierte Öle, Alkydharze und Epoxidharzester- , die mit Maleinsäureanhydrid umgesetzt und mit niedermolekularen Phenolharzen modifiziert waren, so dass sie nach Neutralisation mit Aminen weitgehend wasserlöslich wurden. Bei Einbrennen des Lackes verflüchtigte sich die Stickstoff-Base und ein wasserunlöslicher Lackfilm blieb zurück. 1962 wurde in Wolfsburg das erste Karosserie-Tauchbecken mit Wasserlacken in Betrieb genommen. Bei Ford in Detroit wurde das Tauchverfahren verbessert – die Elektro-Tauchlackierung. Das Stahlblech der Karosserie als Anode wird dabei durch ein mit Wasserlack gefülltes und als Kathode geschaltetes Bad gezogen, das unter elektrischer Spannung von etwa 200 Volt steht. Die negativ geladenen Farbteilchen setzen sich auf dem Blech ab und verlieren ihre Ladung und damit ihre Wasserlöslichkeit. Ein grosser Vorteil dieser Lackiertechnik liegt neben der Zugänglichkeit in der Gleichmässigkeit der Beschichtung und damit einem erheblich

verbesserten Rostschutz. Weitere Vorteile gegenüber dem Spritzgrundieren mit lösemittelhaltigen Lacken: keine Brandgefahr, keine Dämpfe, keine Läufer und keine Materialverluste. Das Problem: die Lösung von Eisen- und Kupferionen an der Anode (Karosserie) verfärbte v.a. das weisse Lackbad. Ab 1977 wurde dann die Kataphoretische Tauchlackierung eingeführt, bei der das Prinzip von Anode und Kathode umgedreht wurde und sich das Bindemittel nun an der Karosserie als Kathode festsetzte. Dieses Prinzip gilt bis heute in der Serienlackierung, sowohl in den USA, in Europa als auch in Asien als Standart [Schwenk E., S. 32 – 37, 1986]. Unter den Zulieferfirmen von Autolacken der Autohersteller fand eine Monopolisierung statt. In Europa sind dies BASF und Hoechst, P.P.G und Du Pont in den USA und Nippon Paint und Kansai Paint in Japan. Das jährliche Wachstum des weltweiten Automobilmarktes wird auf 2% pro Jahr geschätzt [Fettis G., S. 6, 1995].

2.4.5 Kunstharzlacke in der Autoreparaturlackierung

Noch in den 60er Jahren wurde im Bereich der Autoreparaturlackierung oft mit Alkydharzen, die mit Melaminharz versehen waren und deren Trocknung bei 80°C beschleunigt wurde, verwendet. Das Baukastensystem der Lackmischung und die Ofentrocknung hielt Einzug in die Lackierbetriebe.

Die 2K-Polyesterspachtel verdrängten schliesslich die Alkyd- und Nitrospachtel. Der dickschichtige Polyesterfüller machte viele kleine Spachtelstellen überflüssig. Säurehärtende Reaktionsgründe auf Polyvinylbutyralbasis und Epoxidgrundierungen verdrängten dann auch die bisherigen Kunstharz- und Nitrogrundierungen. In den 70er Jahren führte die grosse Farbtonvielfalt zu den heute verbreiteten Farbmischsystemen. Mit der Einführung der Polyisocyanathärter konnte die Vernetzung der Lacke nun auch ohne Einbrennen beschleunigt werden. Dies war zugleich der Anfang der heute üblichen 2K-Acrylat-Polyurethan-Technologie (2K-PUR-Lackierung), die sich durch wesentlich höhere chemische und physikalische Beständigkeit bewährt hat. Die Lacke waren zudem schnell trocken und erlaubten ein Herauspolieren von Läufern und Staubeinschlüssen. Durch die flexible Handhabung von Farbmischung, Elastizität und Trocknungsgeschwindigkeit können auch die zahlreichen Effektlackierungen repariert werden [Sadowski F., S. 61-64, 2000].

Folgend sind die wichtigsten Autoreparaturlacke aufgeführt [Sadowski F., S. 66, 2000]:

- Nitrozellulose
- thermoplastische Acrylharze
- Celluloseacetobutyrat
- oxidativ härtende Alkydharze
- 1K-Epoxidharze und 2K-Epoxidharz-Systeme
- 2K-ungesättigte Polyester-Systeme
- 2K-Acryl-Polyurethan-Systeme

3. Objektbeschrieb: Studebaker Champion von 1953

Der Studebaker Champion Starliner von Lilo Pulver zählt zu den so genannten Loewy Coupés. Diese Modellreihe wurde 1953 für das 100-jährige Jubiläum seit der Gründung der Firma Studebaker Corporation neu entwickelt und gebaut. Das legendäre, damals ungewöhnlich europäische Design und die umgangssprachliche Namensgebung der Modelle gehen auf den berühmten Industriedesigner Raymond Loewy zurück [Cannon W., Fox F., S. 231, 1981]. Liselotte Pulver kaufte den Studebaker Champion Starliner 1953 beim damaligen Studebaker Importeur Binelli & Ehrsam in Zürich für rund CHF 16'000. Heutiger Besitzer ist Georg Pulver, Neffe von Lilo Pulver und Leiter der Verwaltung der Hochschule der Künste, Bern.

3.1 Design, Modellreihe, Herstellung, Verkauf und Auszeichnungen

Raymond Loewy

Raymond Loewy – zwischen 1936 und 1955 Chef-Designer bei Studebaker - gilt heute als einer der 100 einflussreichsten Amerikaner des 20. Jahrhunderts und als Pionier des Industriedesigns. Der 1893 in Paris geborene Loewy emigrierte 1919 in die USA und gründete 1921 seine eigene Designfirma in New York City.

Zu den berühmtesten „Loewy" Designs zählen heute die GG-1 und S1 Lokomotiven für Pennsylvania Railroad, die Greyhound Busse, diverse Logos für Lucky Strike, Shell und Exxon, das US-Postal Service Emblem, diverse Aufträge der NASA für die Gestaltung des Interieurs der Saturn-Apollo Missionen sowie des Skylab und Shuttle Orbiter Programms, die geschwungene Form der Coca-Cola Flasche, Design der Airforce One des Amerikanischen Präsidenten und die Autos Avanti, Champion und Commander von Studebaker. Loewy starb 1986 in Monaco [Website Raymond Loewy].



Abb. 2: Loewy und „sein" Studebaker Coupé

Design – Vom Entwurf zum Prototyp

Die Planung der Coupés begann bereits 1950. Loewy beauftragte seine Designer bei Studebaker, ein Showcar für das 100-jährige Bestehen von Studebaker 1952 zu entwerfen. Der Designer Robert Bourke spekulierte bei seinen Entwürfen und Modellen darauf, dass der Prototyp mit bereits angewendeten Massen für Chassis und Motor möglicherweise in die Serienproduktion aufgenommen werden würde. Die „Centennial Models", eine Namensgebung der Loewy Coupés, die sich nie wirklich etablieren konnte, waren bis zum Avanti von 1963 die letzte komplett neu entwickelte und gebaute Modellreihe von Studebaker. Die Sedan Ausführung führte danach zu den Lark-, die Coupés zu den Hawk-Modellen (vergl. Kapitel 14, Geschichte der Firma Studebaker im Anhang) [Cannon W., Fox F., S. 231, 1981].

Nach zahlreichen Entwürfen und Designstudien mit Modellen im Massstab 1:4 wurden die beiden besten Entwürfe von Bob Koto und Robert Bourke jeweils zur hälfte in ein 1:1 Modell in Ton übertragen.

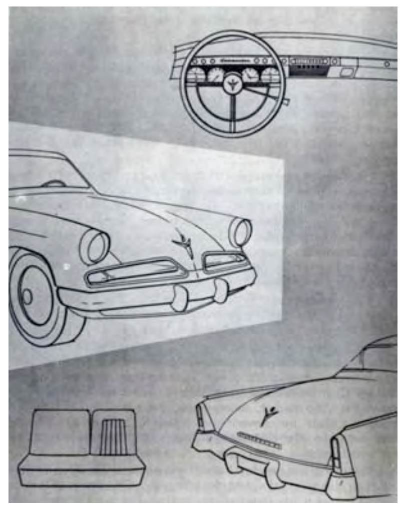


Abb. 3: Fertige Designstudien



Abb. 4: Tonmodelle im Massstab 4:1

Die ersten Studien verfolgten noch die Idee der „Bullet-Nose" der Vorgängermodelle – wurden später jedoch verworfen. Loewy und das Management waren begeistert vom Design und entschlossen sich für eine Serienproduktion des Wagens. Dafür wurden anhand der Tonmodelle Prototypen aus Holz in den verschie-

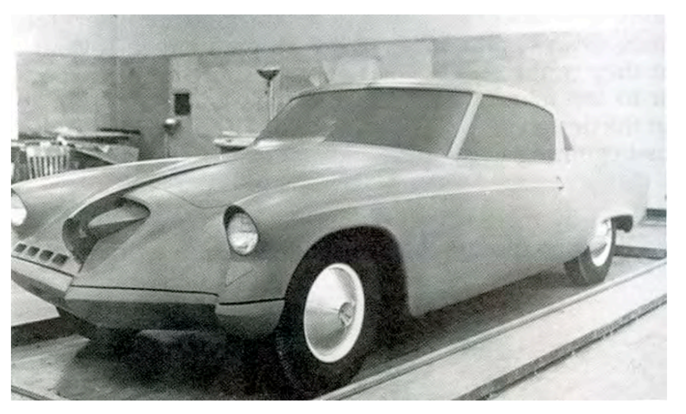


Abb. 5: Tonmodell von 1951 noch mit „Bullet-Nose"

denen Ausführungen von Champion und Commander (Hardtop Convertible, Coupé, 2- und 4-door Sedan) für die weitere Entwicklung gebaut, die mit Plexiglasfenstern, Türen und komplettem Interieur versehen wurden und von einem „Fahrer" besetzt werden konnten. Als die Modelle aus Holz im Januar 1952 fertig gestellt waren, wurde die Firma Budd damit beauftragt, einen fahrtüchtigen Prototypen aus Metall zu realisieren. Die Aufgabe der Designer war damit erfüllt und die Engineering und Production Departments konnten mit der Entwicklung von mechanischen Teilen und der Vorbereitung für die Produktion beginnen. Die Produktion der neuen Studebaker Modelle startete im Dezember 1952 – zuerst die Sedan-, danach die Coupé- (Starlight) und Hardtop-Reihe (Starliner) [Cannon W., Fox F., S. 231, 1981]. Das Sales Deparment kontaktierte ihre Werbefirmen für eine gelungene Werbekampagne und Einführung der neuen `53 Studebaker Linie [Bridges J., S. 35-61, 1992].



Abb. 6: Prototyp aus Holz von 1952



Abb. 7: Prototyp aus Metall von 1952

Modellreihe und Herstellung

Die Entwicklung und Produktion der Modelle brachte indes einige Probleme. Die Sedan Auführung hatte zu den Coupés einen längeren Radstand. Karosserieteile und Ausstattung waren dadurch unterschiedlich, was sich auf die Entwicklungs- und Produktionskosten auswirkte. Ein anderer Fehler wurde bei der Montage der ersten Autos bemerkt: Der Unterbau der Commander Modelle, im Gegensatz zu den Champions mit einem V8-Motor ausgestattet, verbog sich unter dem Gewicht des Motors. Das Problem konnte mit zusätzlichen

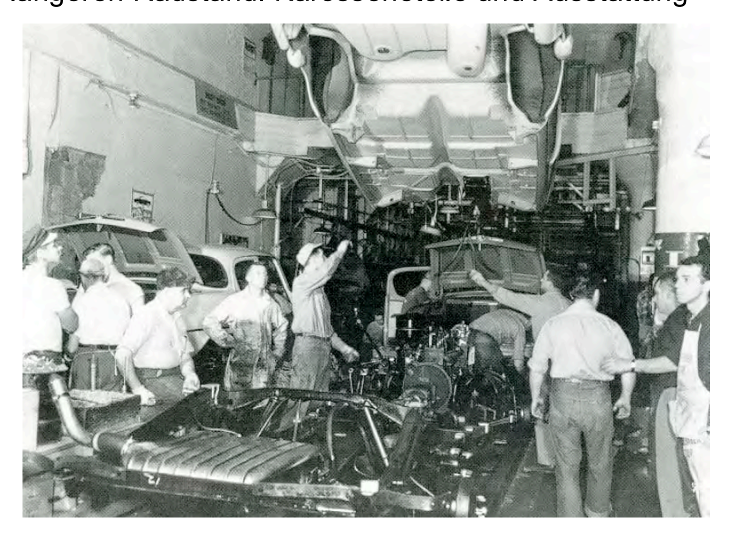


Abb. 8: Zusammenbau von Karosserie und Chassis.

Streben gelöst werden. Streiks bei Borg Warner, Zulieferfirma des Getriebes, verzögerten die Produktion zusätzlich. Studebaker zahlte mit $ 2.44 pro Stunde rund ein fünftel mehr Lohn an ihre Fabrikarbeiter als die Konkurrenz in Detroit. Im Verhältnis zur anstehenden Arbeit waren mit 23'000 Angestellten in 1950 zudem zu viele Leute beschäftigt. Analysen zeigten, dass Chevrolet 1953 ein Sedan 385 $ billiger gebaut hätte [Bridges J., S. 67-74, 1992].

Verkauf

Den erfolgreichen Designs des „Forward Look“ von 1946 und dem „Next Look“ von 1949 folgte mit dem Design der Autos von 1953 der „European Look“. Das klare, niedrige und sportliche Design der Autos von 1953 hatte Ähnlichkeiten mit europäischen Sportwagen dieser Zeit. Verantwortlich für das erfolgreiche Design war indessen nicht Loewy selbst, sondern der seit 1940 für Studebaker von Loewy als Designer engagierte Robert Bourke. Loewy verstand es jedoch, sich als Verantwortlicher für das Design der gefeierten Modelle über Bourke hinwegzusetzen. So sind die Modelle von 1953/54 heute etwas trügerisch unter dem Namen „Loewy Coupes“ bekannt [Günther D., S. 30, 1993].



Abb. 9: Die Autos von 1946, 1949 und 1953

Die Verkaufszahlen von Coupés und Sedans wurden falsch eingeschätzt. Man rechnete mit Verkaufszahlen von Sedan zu Coupé im Verhältnis 3 zu 1. Sedan-Modelle wurden daher auch zuerst produziert. Die tatsächlichen Verkäufe waren danach jedoch etwa 1:1. Bis Ende Jahr wurden 91’009 Sedans und 78'590 Coupés (C und K-Modelle, die sich ausschliesslich durch die B-Säule der K-Modelle unterscheiden) produziert. Der totale Verkauf (Umsatz) konnte auf damalige $595 Mio. Dollar erhöht werden bei einem bescheidenen Gewinn von $2,7 Millionen. Ausschlaggebend dafür war auch der Rückgang von Rüstungsverträgen der Amerikanischen Regierung aufgrund des Friedens im Korea-Krieg im Juli 1953. Im Oktober 1953 lief die Produktion der 54er Modelle ohne grössere Veränderungen an [Cannon W., Fox F., S.235, 1981].



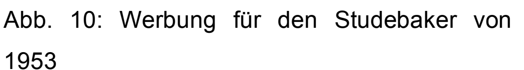


Abb. 10: Werbung für den Studebaker von 1953

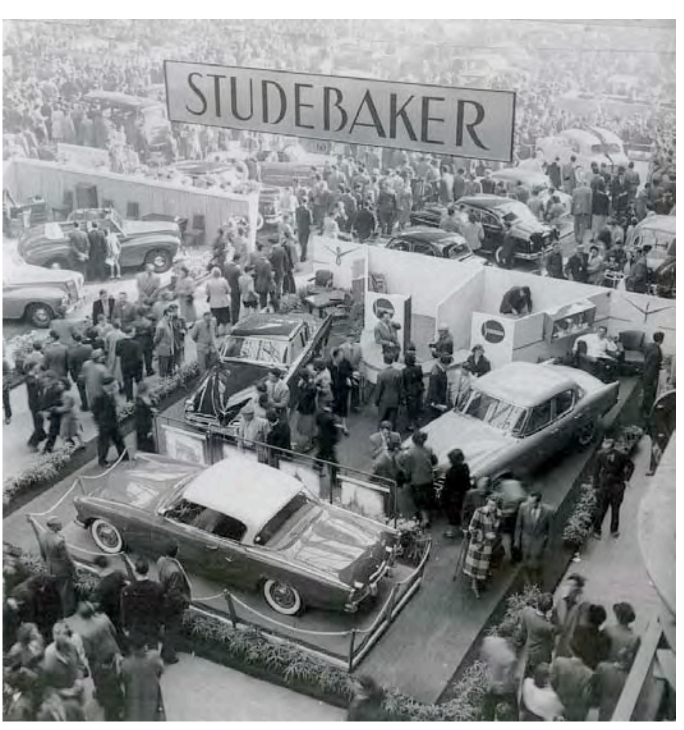


Abb. 11: Der Studebaker Verkaufsstand, 1953 am Salon de l'automobile in Paris

Auszeichnungen

Die neuen Autos von Studebaker im European Look wurden von der Presse mit viel Lob und zahlreichen internationalen Auszeichnungen überhäuft. Als eine der interessantesten Ausstellungen gilt diejenige des Museum of Modern Art in New York von 1953 mit dem Titel „Ten Automobiles". Ausgewählt wurden zehn Fahrzeuge, alles Nachkriegsmodelle, die in Serie hergestellt wurden und dem Standart an Sicherheit und Leistung entsprechen. Die Fahrzeuge wurden ausgewählt für ihre „excellence as works of art" [Drexler A., S. 1, 1953].

In der Einführung des Kataloges zur Ausstellung wird des Weiteren beschrieben, dass Automobile als Artefakte des 20sten Jahrhunderts gelten. Massgeblich berücksichtigt wurde die Umsetzung von skulpturalen Problemstellungen durch die Designer, wobei der Anspruch auf die Charakteristik einer Skulptur und ästhetische Kriterien durch Mechanik und Funktion zusätzlich erschwert sind. Pinin Farina's Cisitalia wird als erfolgreichstes Design gekürt. Dieser sogenannte „Continental Look" wurde angeblich bei vier weiteren italienischen Autos verwendet. Den restlichen fünf Wagen werden Ideen des Italieners zugeschrieben. Interessanterweise ist der Studebaker Commander das einzige amerikanische Auto, das vertreten ist – erstaunlich für eine amerikanische Ausstellung. Begründet und relativ scharf kritisiert wird dies damit, dass die gewöhnlichen amerikanischen Autos dieser Zeit dem Komfort eines Wohnzimmers nacheifern und durch ihr hohes Gewicht und ihren hohen Schwerpunkt technisch unausgereift wären [Drexler A., S. 2 und 3, 1953].

Battista „Pinin“ Farina war ein italienischer Karosseriebauer, der sein Unternehmen 1930 in Turin gründete und zu einem international sehr bedeutenden Unternehmen entwickelte, das heute (2007) mit 3'000 Beschäftigten Industriedesign hauptsächlich für diverse grosse Autohersteller wie Lancia, Ferrari, Fiat, Peugeot, Honda, Alfa Romeo, Bentley, Mitsubishi und Maserati entwickelt und kleine Serien bestimmter Modelle auch im eigenen Werk herstellt [Pininfarina, Timeline, 2007].

Zur Vollständigkeit und zum Vergleich werden die ausgestellten Fahrzeuge im Folgenden, entsprechend der Reihenfolge im Katalog des MoMA, gezeigt und kurz beschrieben:



Abb. 12: Cunningham C-4, 1952. Hergestellt von B.S. Cunningham, Florida, USA. Karosserie von Carrozeria Alfredo Vignale, Turin, Italien.



Abb. 13: Lancia Gran Turismo, 1951. Hergestellt von Lancia, Turin, Italien. Karosserie von Carrozeria Pinin Farina, Turin.



Abb. 14: Aston Martin D.B.2, 1950. Hergestellt von David Brown Group, Feltham, England. Karosserie vom Hersteller (aus Aluminium).



Abb. 15: Studebaker Commander V8 Starliner Coupé, 1953. Hergestellt von Studebaker Corporation, South Bend, USA. Karosserie vom Hersteller. Design von Raymond Loewy.



Abb. 16: Comete, 1952. Hergestellt von Ford S.A.F, Poissy, Frankreich. Karosserie von Facel-Metallon, Paris, Frankreich.



Abb. 17: Simca 8 Sport, 1950. Hergestellt von Société Industrielle de Mécanique et Carroserie Automobile, Paris, Frankreich. Karosserie von Facel-Metallon Paris.



Abb. 18: MG TD, 1950. Hergestellt von MG Car Company Ltd., Abingdon-on-Thames, England. Karosserie von Carrozeria G. Bertone, Turin, Italien.



Abb.19: Nash-Healey, 1952. Hergestellt von Nash Kelvinator Corporation, Detroit, USA, und Donald Healey Motor Company, Warwick, England. Karosserie von Pinin Farina, Turin, Italien.



Abb. 20: Siata Daina 1400, 1951. Hergestellt von Societa Italiano Auto Transformazioni Accessori, Turin, Italien. Karosserie von Societa Anonima Stabilimenti Farina, Turin.



Abb. 21: Porsche 1500 Super, 1952. Hergestellt von Ferdinand Porsche Kommandit Gesellschaft, Stuttgart-Zuffenhausen, Deutschland. Karosserie von Reutter, Stuttgart-Zuffenhausen

3.2 Fahrzeuggeschichte des Starliners von Lilo Pulver

Um die Geschichte des „Studis“ aufzuarbeiten, wurde den jeweiligen Besitzern (Liselotte Pulver, Dr. Emanuel Pulver und Georg Pulver) ein schriftlicher Fragekatalog zugestellt, der Bezug nahm auf Unfälle, konkrete Schäden am Lack und deren Reparaturen. Die folgende Zusammenstellung setzt sich aus diesen zusammen:
Gekauft wurde das Auto 1953 bei Binelli und Ehrsam, der offiziellen Schweizer Studebaker Vertretung, durch Lilo Pulver. Offizieller erste Inverkehrsetzung per 1. Januar 1953. Das Auto wurde von Lilo Pulver bis 1960 benutzt und unterhalten. Für die Reparaturen der kleinen Unfälle (Kotflügel vorne und hinten) war Binelli und Ehrsam verantwortlich. Das Fahrzeug wurde, bis auf das Dach, anscheinend doch vor 1960 neu lackiert, bevor es von 1960 bis 1967 im Besitz von Dr. E. Pulver (Bruder von Liselotte und Vater von Georg Pulver) war oder von ihm benutzt wurde. In dieser Zeit wurde es bei Ramseier + Jenzer, nach einem längeren Aufenthalt in Abbiategrasso (Italien) repariert. Ab 1968 wurde das Fahrzeug dann wieder von Lilo Pulver benutzt. Wer die Retuschen mit Nagellack vorgenommen hat ist nicht bekannt (also keine „Original-Lilo-Pulver-Rutuschen“).

Ab 2001 war das Auto dann im Besitz von Georg Pulver und war nach einer Instandstellung durch American Automobile in Biel, wo der Unterboden neu angeschweisst wurde, bei der Motorfahrzeugkontrolle in Biel als Veteranenfahrzeug im Kanton Fribourg zugelassen worden. 2003 wurden Getriebe und Motor des Fahrzeugs bei Hertig in Zollbrück kontrolliert und die Lichtmaschine ersetzt. Herr Blättler (ehemaliger Mitarbeiter bei Binelli und Ehrsam) reparierte den Overdrive. Zugelassen wurde das Fahrzeug 2003 weiterhin in Fribourg, jedoch ohne Veteranenzulassung. 2005 wurden Licht, Elektrik, Türen, Schlösser und Bremsen von Johann Begert in Oberbottigen revidiert. Seit 2006 ist das Auto zugelassen im Kanton Bern und als Studien- und Diplomprojekt in einem Restaurierungsatelier der Hochschule der Künste Bern, parkiert [Retournierte Fragekataloge].

Anerkennung als Veteranenfahrzeug

Ein erklärtes Ziel der Restaurierung, das möglicherweise nicht erfüllt werden kann, ist eine wieder gewonnene Anerkennung der Kantonalen Motorprüfzentrale Bern zum Veteranenfahrzeug. Da dies nicht allein vom Zustand der Lackierung abhängig ist, wurde versucht, weitere nötige Massnahmen dafür die Wege zu leiten (Bestellung von Gummiabdichtungen, Radkappe).

Um den Bedingungen zur Anerkennung als Veteranenfahrzeug gerecht zu werden, sind folgend die wichtigsten Kriterien des Strassenverkehrsamtes des Kantons Bern aufgelistet:

Allgemeine Vorraussetzungen für eine Anerkennung als Veteranenfahrzeug (Oldtimer)

- *Die erste Inverkehrsetzung erfolgte vor mehr als 30 Jahren*
- *Die Fahrzeuge dürfen nicht berufsmässig verwendet werden*
- *Sie dürfen nicht regelmässig in Betrieb stehen (ca. 2000 bis 3000 km/Jahr)*
- *Sie müssen der ursprünglichen Ausführung entsprechen*
- *Sie müssen optisch und technisch in einwandfreiem Zustand sein:*

  Bei der Fahrzeugprüfung werden dabei folgende Punkte geprüft:
  - *Zustand von Karosserie, Rahmen und Fahrwerk, sowie Motor, Auspuff und Antrieb*
  - *Bremsen, Lenkung, Felgen und Reifen*
  - *Ausstattung, elektrische Anlage und Beleuchtung*

Bei der Prüfung von Veteranenfahrzeugen gilt ein strenger Massstab. Erfüllt ein Fahrzeug die Anforderungen für Veteranenfahrzeuge nicht mehr, wird der Status als Veteranenfahrzeug aberkannt. [Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt Kanton Bern, Allgemeine Voraussetzungen für eine Anerkennung als Veteranenfahrzeug, 2007]

[...] Fahrzeuge mit dem Eintrag „Veteranenfahrzeug“ im Fahrzeugausweis werden im Kanton Bern nur alle 6 Jahre zur periodischen Fahrzeugprüfung aufgeboten [...] . [Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt Kanton Bern, Veteranenfahrzeuge, 2007]

Die Erfüllung der aufgelisteten Kriterien können vom Autor nicht allein erfüllt werden. Da der Fokus der vorliegenden Diplomarbeit auf der Lackierung liegt, ist es wichtig, dass zusammen mit dem Besitzer und den Reparaturwerkstätten auf das Ziel zur Anerkennung als Veteranenfahrzeug (falls erwünscht) hin gearbeitet wird. Die ganzen Kriterien zur Mechanik können weder durch die Infrastruktur der Hochschule der Künste noch durch Fachkenntnisse des Autors erörtert und behandelt werden.

Anekdoten von Lilo Pulver:

Im Kapitel „Der Studebaker“ im Buch „Liselotte Pulver – Meine Wunder dauern etwas länger“ sind unterhaltsame und witzige Schilderungen über ihr Verhältnis zum 1953 gekauften Studebaker Starliner zu finden. Das Kapitel beginnt mit einem Gedicht über den „Studi“ und fährt fort mit einigen Anekdoten und Erlebnissen:

Der Studebaker

Früher war der Studebaker
ganz ein schneller Unterteller.
Knallrot blitzend, feurig flitzend,
voller Rasse, grosse Klasse.
Unterdessen rostzerfressen,
ungestrichen und verblichen,
steht er müssig und plattfüssig
in der Ecke ohne Zwecke.
Aussen scheckig, Innen speckig,
voller Kratzer, Parkplatzpatzer,
hofft er leise auf `ne Reise.



Abb. 22: Lilo Pulver 1957 mit 28 Jahren

In den vierziger und fünfziger Jahren fuhren in der Schweiz hauptsächlich Amerikaner herum. Wahrscheinlich waren diese Autos einfach billiger als die europäischen Marken. Furore machte nach dem Krieg der Studebaker, der seine seriösen Konkurrenten Ford, Chevrolet, Buick, Packard, Cadillac durch ungewöhnliche Farben und Formen aus dem Rennen warf.

Mein damaliger Schwarm, ein Berner Chirurg, hatte auch einen. Er sah aus wie ein Schiff (der Studebaker), knallrot, vorne gleich wie hinten, rundherum mit lukenartigen Fenstern ausgestattet. Einen solchen Traum zu besitzen, daran wagte ich gar nicht zu denken. Zwar konnte ich mir als ersten Untersatz nur eine Occasion leisten, einen Citroen 11. Aber 1953, nach meinem neunten Film, es war „Ich und Du“ mit Hardy Krüger, legte ich meine gesamten Ersparnisse auf den Tisch des Hauses Studebaker in Zürich: Fr 16'000 inklusive Rabatt für die Vorjahresbremsen.
Coca Cola – Designer Loewy hatte dieses allerneueste Luxusmodell entworfen, ein flaches, langgestrecktes Ufo, das überall, wo ich parkte, sofort von Neugierigen umringt wurde. Ich entschied mich für den zweitürigen Champion, Coupé, tomatenrot mit weissem Dach, sechs Zylindern, vierzehn Steuer-PS, versenkbaren Scheiben, Weisswandreifen, Overdrive. Zweiter und dritter Gang hatten einen Kickdown, mit Rückwärtsgang also sechs Gänge. Bei Tempo vierzig fiel der Schnellgang heraus und war im Leerlauf ohne Kompression. Das war zu berücksichtigen, denn am Berg musste man den Hebel neben der Heizung herausziehen, dann war normale Steuerradschaltung.
Es war wirklich der letzte Schrei. Jeder schweizerische Autonarr liebäugelte mit dem Studi, wie er verschwörerisch genannt wurde: Regisseur Leopold Lindtberg, Kameramann Emil Berna von der Praesens Film in Zürich besassen einen, Vico Torriani – und jetzt ich! [...] Sicher war, er hatte eine Seele. Er konnte denken und Entscheidungen treffen. Von sechs schweren Unfällen endeten alle ausser einem lediglich mit Blechschäden. Karosserie und Fahrgestell waren so schwer, dass ihn nichts aus dem Gleichgewicht zu bringen schien. [...] Auf der gleichen Strecke knallte ein Mopedfahrer in sein Hinterteil und eine Woche später, kurz vor Arosa, ein Sportwagen in sein Vorderteil. Von da an musste man in Rechtskurven hie und da die linke Tür festhalten, damit sie nicht aufging oder abfiel.
Er war übrigens öfters nicht einverstanden mit meinen Fahrgästen. Bei Nachtaufnahmen rettete er mich vor einem allzu zärtlichen Partner, der sich bei mir im Wageninnern aufwärmen wollte, und hupte so lange, bis die Feuerwehr kam. Gelegentlich spuckte er den Fahrgästen den glühenden Zigarettenanzünder auf die Hosen oder er entleerte den Inhalt der Scheibenwischanlage auf ihre Füsse.
Als ich eines Tages keine Lust hatte, jemanden zum Flughafen zu fahren, blieb er schon auf der ersten Kreuzung stehen und sprang nicht mehr an. Apropos Kreuzung. In München gab es einen Verletzten. Ich hatte den Studi in Riem untergestellt und fuhr nach einem stundenlang verspäteten Flug um Mitternacht heimzu. An der Von-der-Tannstrasse, einer grossen Kreuzung in der Innenstadt, schaute nach links rechts, links rechts, bog ab und hatte plötzlich einen Motorradfahrer auf der Kühlerhaube. Er brach sich einen Fuss. Es war ein Bundeswehrsoldat. Ich war schuld. Schrecklich. Ich brachte ihm Blumen ins Krankhaus.Heute, im Jahr 2000, ist der Studi siebenundvierzig Jahre alt und macht immer

noch die Strassen unsicher. Inzwischen gibt es überhaupt nichts mehr, was nicht irgendwann einmal kaputt war, ausser dem Dach [?].
Vor einigen Monaten konnte ich ihn nicht mehr anhalten. Beim Verlassen der Garage glaubte ich, das Bremspedal mit der Kupplung verwechselt zu haben. Der rechte Fuss trat ins Leere, und dass man mit dem Gaspedal nicht bremsen kann, merkte ich auch gleich. Mit der Handbremse brachte ich meinen Opa zum Stehen, ohne einen einzigen Kratzer.
Die Ersatzteile waren schwer zu beschaffen. Nach etwa einem halben Jahr rief ich die Werkstatt an, die ihn abgeholt hatte, wann ich so ungefähr annähernd mit dem Studi rechnen könne. Der Garagist räusperte sich, machte eine Pause und lachte erst mal von Herzen. Dann kam's: „Die Garage ist abgebrannt. Ihr Studebaker wurde gerettet – er steht jetzt in Genf im Automuseum.“
Inzwischen blinzelt er aber wieder zu Hause aus seiner Garage in die Sonne. [Pulver L., S. 20-25, 2000]

Liselotte Pulver hat 1953 angeblich rund CHF 16'000 bezahlt für ihren Studi. Der Gesamtindex der Schweizer Konsumentenpreise hat sich von 24,36 Punkten im Januar 1953 auf 105,24 Punkte im Dezember 2005 entwickelt. Daraus ergibt sich heute ein Gegenwert von CHF 69'123 [SNB, 2006]. Ein heutiger Neuwagen im oberen Preissegment also.

3.3 Technische Angaben und Besonderheiten

Kurzbeschrieb



Abb. 23: Der „Studi“ von Lilo Pulver

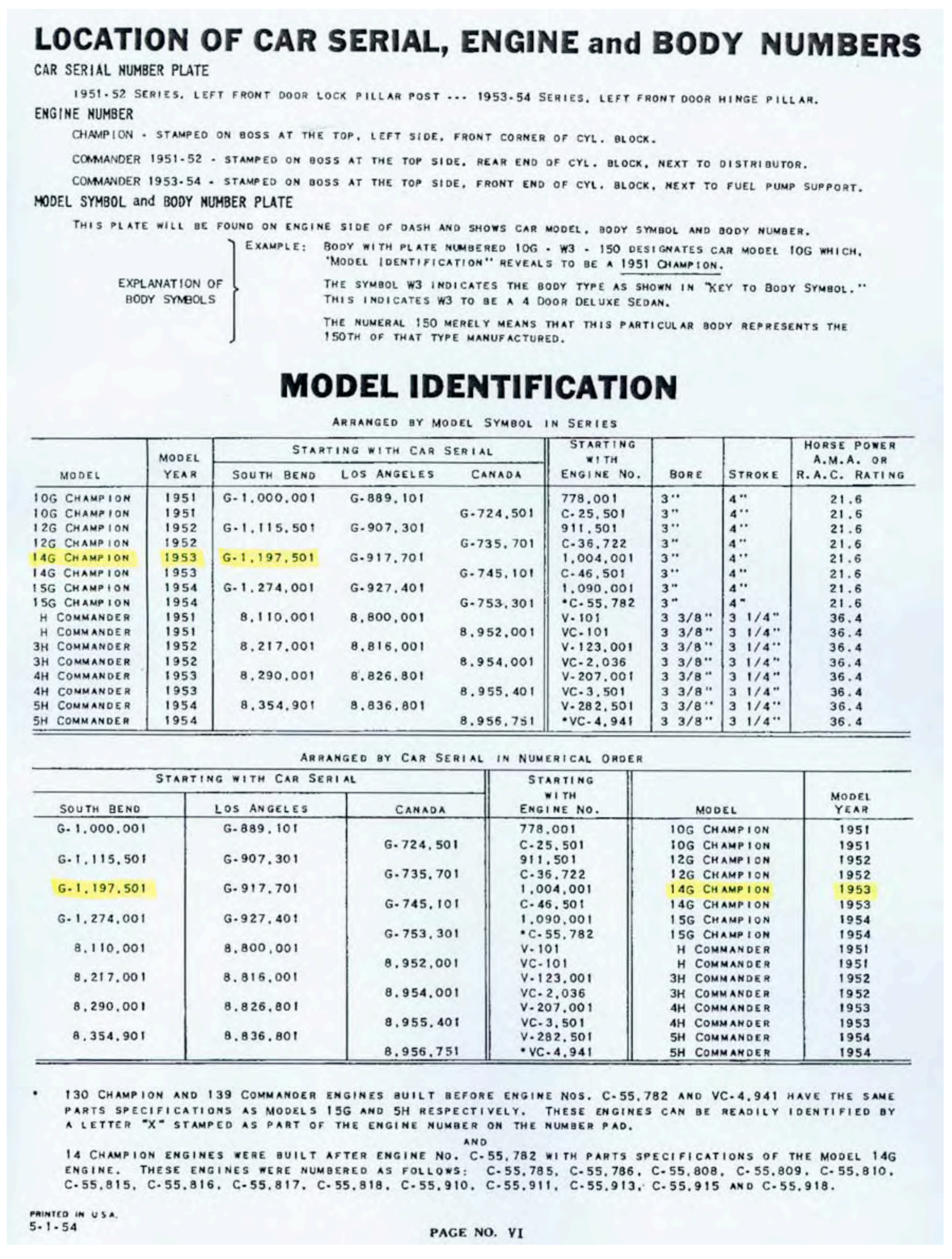
Marke und Typ: Studebaker 14 G Champion Starliner Hardtop
Baujahr: 1953

Schildnummer:	BE 214 285 (bis 2006 noch FR 162 265)
Fahrgestellnummer:	G 1’228293 (Bodystyle K – Hard-Top convertible, 5 Pass.)
Motornnummer:	1’059’983
Radstand:	120,5 Inches (3,09 Meter)
Länge:	202 Inches (5,17 Meter)
Breite:	71 Inches (1,82 Meter)
Höhe:	56,3 Inches (1,44 Meter)
Motor:	2.8 Liter, 6 Zylinder (Reihe)
Hubraum:	2778 cm^3
Leistung:	86 PS bei 4'000 U/min.
Geschwindigkeit:	145 Km/h
Gewicht:	1'370 Kg
Getriebe:	3 Gang Schaltung mit Overdrive
Preis 1953:	CHF 16'000 (Ab Fabrik ohne Extras $ 2'116)
Käuferin 1953:	Liselotte Pulver
Verkäufer 1953:	Binelli und Ehrsam, Zürich (Studebaker Vertretung)
Besitzer heute:	Georg Pulver

[Angaben des Besitzers, Fahrzeugausweis und Studebaker Manuals 1953-54]

Identifikation

Über diverse Labels und Nummern an Fahrgestell und Motor lassen sich zum Einen Informationen über Authentizität von Fahrzeug und Herstellungsort herleiten, zum Anderen können damit Rückschlüsse über den ursprünglichen Preis ($ 2'116 für den `53 Champion Hard Top) und ggf. Ersatzteile gewonnen werden. Die Fahrzeugpreise waren dabei nur für dessen Grundausstattung angegeben. Je nach optionalen Extras wie Overdrive, Klimatisierung, Radio, Aussenspiegel etc. musste mit Preiserhöhungen bis zu einem Viertel des ursprünglichen Fahrzeugpreises gerechnet werden [Bridges J., S. 99, 1992]. Über den „Chassis Parts Catalog 1951 bis 1954“ (Benutzerhandbuch) und den „Body Parts Catalog“ lassen sich die gefundenen Angaben auf ihre Originalität / Authentizität überprüfen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sowohl die Bezeichnungen an den Plaketten und Zertifikaten, als auch die in den Motorblock gestanzte Nummer authentisch sind. Die Bezeichnung der Farbgebung am Fahrzeug mit Monterey Beige für das Dach und Coral Red für die restliche Karrosserie entsprechen, wie sich während der vorliegenden Arbeit herausgestellt hat, nicht mehr dem Original. Mehr dazu in Kapitel 6 zur Untersuchung des Fahrzeuglacks und zur Rekonstruktion der Lackgeschichte in Kapitel 7.



LOCATION OF CAR SERIAL, ENGINE and BODY NUMBERS

CAR SERIAL NUMBER PLATE

1951-52 SERIES, LEFT FRONT DOOR LOCK PILLAR POST ··· 1953-54 SERIES, LEFT FRONT DOOR HINGE PILLAR.

ENGINE NUMBER

CHAMPION - STAMPED ON BOSS AT THE TOP, LEFT SIDE, FRONT CORNER OF CYL. BLOCK.

COMMANDER 1951-52 - STAMPED ON BOSS AT THE TOP SIDE, REAR END OF CYL. BLOCK, NEXT TO DISTRIBUTOR.

COMMANDER 1953-54 - STAMPED ON BOSS AT THE TOP SIDE, FRONT END OF CYL. BLOCK, NEXT TO FUEL PUMP SUPPORT.

MODEL SYMBOL and BODY NUMBER PLATE

THIS PLATE WILL BE FOUND ON ENGINE SIDE OF DASH AND SHOWS CAR MODEL, BODY SYMBOL AND BODY NUMBER.

EXPLANATION OF BODY SYMBOLS

EXAMPLE: BODY WITH PLATE NUMBERED 10G - W3 - 150 DESIGNATES CAR MODEL 10G WHICH, "MODEL IDENTIFICATION" REVEALS TO BE A 1951 CHAMPION.

THE SYMBOL W3 INDICATES THE BODY TYPE AS SHOWN IN "KEY TO BODY SYMBOL." THIS INDICATES W3 TO BE A 4 DOOR DELUXE SEDAN.

THE NUMERAL 150 MERELY MEANS THAT THIS PARTICULAR BODY REPRESENTS THE 150TH OF THAT TYPE MANUFACTURED.

MODEL IDENTIFICATION

ARRANGED BY MODEL SYMBOL IN SERIES

MODEL	MODEL YEAR	STARTING WITH CAR SERIAL			STARTING WITH ENGINE NO.	BORE	STROKE	HORSE POWER A.M.A. OR R.A.C. RATING
		SOUTH BEND	LOS ANGELES	CANADA				
10G CHAMPION	1951	G-1,000,001	G-889,101		778,001	3"	4"	21.6
10G CHAMPION	1951			G-724,501	C-25,501	3"	4"	21.6
12G CHAMPION	1952	G-1,115,501	G-907,301		911,501	3"	4"	21.6
12G CHAMPION	1952			G-735,701	C-36,722	3"	4"	21.6
14G CHAMPION	1953	G-1,197,501	G-917,701		1,004,001	3"	4"	21.6
14G CHAMPION	1953			G-745,101	C-46,501	3"	4"	21.6
15G CHAMPION	1954	G-1,274,001	G-927,401		1,090,001	3"	4"	21.6
15G CHAMPION	1954			G-753,301	*C-55,782	3"	4"	21.6
H COMMANDER	1951	8,110,001	8,800,001		V-101	3 3/8"	3 1/4"	36.4
H COMMANDER	1951			8,952,001	VC-101	3 3/8"	3 1/4"	36.4
3H COMMANDER	1952	8,217,001	8,816,001		V-123,001	3 3/8"	3 1/4"	36.4
3H COMMANDER	1952			8,954,001	VC-2,036	3 3/8"	3 1/4"	36.4
4H COMMANDER	1953	8,290,001	8,826,801		V-207,001	3 3/8"	3 1/4"	36.4
4H COMMANDER	1953			8,955,401	VC-3,501	3 3/8"	3 1/4"	36.4
5H COMMANDER	1954	8,354,901	8,836,801		V-282,501	3 3/8"	3 1/4"	36.4
5H COMMANDER	1954			8,956,751	*VC-4,941	3 3/8"	3 1/4"	36.4

ARRANGED BY CAR SERIAL IN NUMERICAL ORDER

STARTING WITH CAR SERIAL			STARTING WITH ENGINE NO.	MODEL	MODEL YEAR
SOUTH BEND	LOS ANGELES	CANADA			
G-1,000,001	G-889,101		778,001	10G CHAMPION	1951
		G-724,501	C-25,501	10G CHAMPION	1951
G-1,115,501	G-907,301		911,501	12G CHAMPION	1952
		G-735,701	C-36,722	12G CHAMPION	1952
G-1,197,501	G-917,701		1,004,001	14G CHAMPION	1953
		G-745,101	C-46,501	14G CHAMPION	1953
G-1,274,001	G-927,401		1,090,001	15G CHAMPION	1954
		G-753,301	*C-55,782	15G CHAMPION	1954
8,110,001	8,800,001		V-101	H COMMANDER	1951
		8,952,001	VC-101	H COMMANDER	1951
8,217,001	8,816,001		V-123,001	3H COMMANDER	1952
		8,954,001	VC-2,036	3H COMMANDER	1952
8,290,001	8,826,801		V-207,001	4H COMMANDER	1953
		8,955,401	VC-3,501	4H COMMANDER	1953
8,354,901	8,836,801		V-282,501	5H COMMANDER	1954
		8,956,751	*VC-4,941	5H COMMANDER	1954

* 130 CHAMPION AND 139 COMMANDER ENGINES BUILT BEFORE ENGINE NOS. C-55,782 AND VC-4,941 HAVE THE SAME PARTS SPECIFICATIONS AS MODELS 15G AND 5H RESPECTIVELY. THESE ENGINES CAN BE READILY IDENTIFIED BY A LETTER "X" STAMPED AS PART OF THE ENGINE NUMBER ON THE NUMBER PAD.

AND

14 CHAMPION ENGINES WERE BUILT AFTER ENGINE NO. C-55,782 WITH PARTS SPECIFICATIONS OF THE MODEL 14G ENGINE. THESE ENGINES WERE NUMBERED AS FOLLOWS: C-55,785, C-55,786, C-55,808, C-55,809, C-55,810, C-55,815, C-55,816, C-55,817, C-55,818, C-55,910, C-55,911, C-55,913, C-55,915 AND C-55,918.

PRINTED IN U.S.A.
5-1-54

PAGE NO. VI

Abb.24: Model Identification aus Chassis Parts Catalog, Seite VI, gelb markiert unser Modell.

Das „Shop Manual“ gilt als Betriebshandbuch für die Garagisten, Importeure oder Vertreter von Studebaker. Alle Kataloge oder Betriebshandbücher liegen nicht mehr als Originale vor, konnten aber in digitaler Version bei Studebaker International in den USA bestellt werden. Bei näherem Interesse können die Daten über Georg Pulver oder den Autor bezogen werden. Gewisse Auszüge sind im Anhang der vorliegenden Diplomarbeit beigelegt.

Seriennummer:



Abb.25: Seriennummer **G 1'228'293**

Das Schild mit der Seriennummer ist an der Fahrertür angebracht. Die Nummer G 1'228'293 sagt aus, dass das Fahrzeug in den Fabriken in South Bend, dem Hauptsitz der Firma, hergestellt wurde.

Motorennummer



Abb.26: Motorennummer **1'059'983**

Die entscheidende Motorennummer ist auf dem vorderen linken Motorblock eingestanzt. Eine andere und besser erkennbare Kennzeichnung am Motor wurde zuerst fälschlicherweise für die Motorennummer gehalten. Die richtige Motorennummer 1'059'983 kann jetzt genau zugewiesen werden – der Motor wurde ebenfalls in South Bend gebaut.

Bodystyle



Abb.27: Bodystyle **14G-K5, 3806**

Die Plakette mit der Nummer 14G-K5, 3806 ist im Motorenraum zwischen den Fixierungen der Motorhaube auf der Beifahrerseite an der Karosserie festgeschraubt.

Die erste Nummer 14G definiert dabei das Modelljahr und den Motorentyp – `53 Champion. K5 steht für Hard-Top mit dessen Ausstattung von Interieur und Zierrat. Der Champion unterscheidet sich vom Commander neben den unterschiedlichen Motoren (Reihe 6 oder V8) durch anderes Cockpit (Commander vier, Champion drei Anzeigen für Benzinstand, Tachometer und Ölstand) sowie einem S, montiert auf der Kühlerhaube und am Heck als Symbol für den Champion (Commander eine 8). Die Nummer 3806 bezeichnet die Stückzahl der Karosserie. Unser Studebaker war also das 3806te Auto mit dem Karosserietyp Chamipon Starliner Hard Top gebaut in South Bend.

Farblabel



Abb.28: Farblabel: **Monterey Beige / Coral Red**

Die Verifizierung zur authentischen Farbgebung des Fahrzeuges wurde hinter dem Handschuhfach auf Beifahrerseite gefunden. Monterey Beige Enamel bezeichnet dabei die Farbgebung des Daches – Coral Red Enamel das Rot der restlichen Karosserie. Der Begriff Enamel steht für das Wort Emaille und meint den verwirrenden Begriff Emaillefarbe.

Importeur



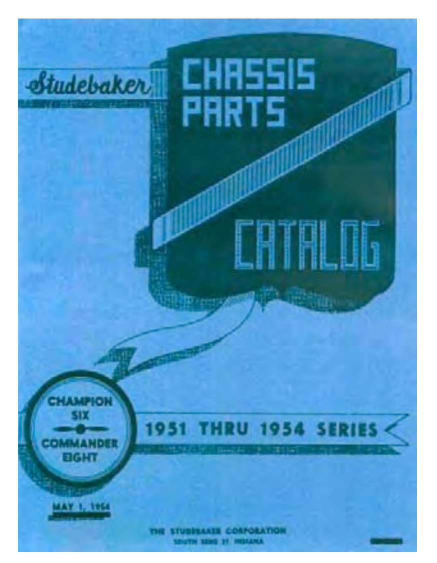
Abb.29: Importeur **Binelli & Ersahm, Zürich**

Die an der Fahrertür angebrachte Plakette bezeichnet den damaligen Importeur und Vertreter der Studebaker Fahrzeuge in der Schweiz. Lilo Pulver hat das Fahrzeug angeblich auch dort gekauft.

Herr Joseph Blättler hat damals bei Binelli & Ehrsam gearbeitet und kann heute (2007) noch kontaktiert werden.

Technische Angaben, Besonderheiten und Ausstattung

Spezifische Fragestellungen zum Bau und Gebrauch der Autos von Studebaker wurden in Betriebsanleitungen erörtert. Bemerkenswert ist die Detailtreue, mit der vor allem der Zusammenbau und die Nummerierung selbst kleinster Schrauben festgehalten wurde.





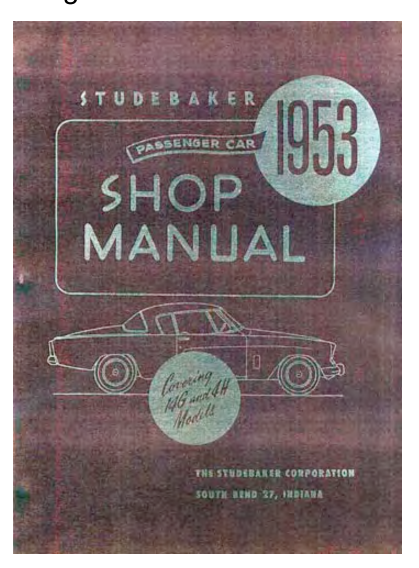


Abb. 30 bis 32: Titelseiten von Chassis Parts Catalog, Body Parts Catalog und Shop Manual

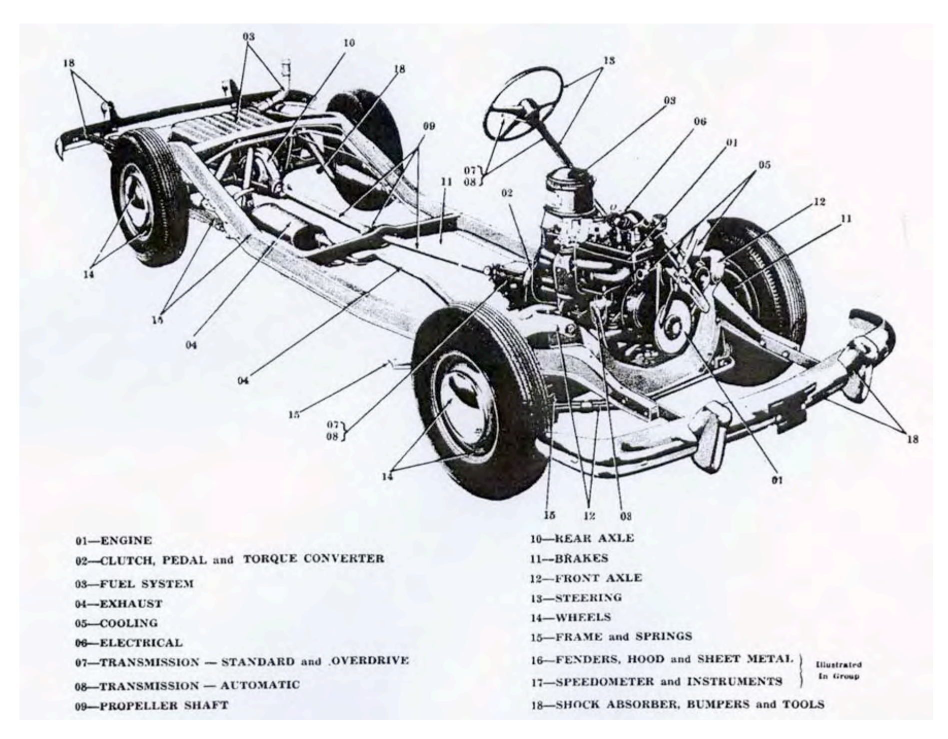


Abb.33: Index zu den Kapiteln im Chassis Parts Catalog, Seite VIII

Im Chassis Parts Catalog wird vor allem auf die zur Funktionstüchtigkeit wichtigen Teile eingegangen. Im Body Parts Catalog werden Accessoires wie Aschenbecher oder eben Karosserieteile (Gummidichtungen etc.) behandelt. Das äusserst Umfangreiche Shop Manual (etwa 400 Seiten) beschreibt die Funktion, Montage und Reparatur der jeweiligen Studebaker Modelle.
Die Wesentlichen für unser Modell wichtigen Angaben in den Katalogen wurden ausgedruckt und werden Georg Pulver übergeben oder im Fahrzeug selbst zur Dokumentation deponiert.

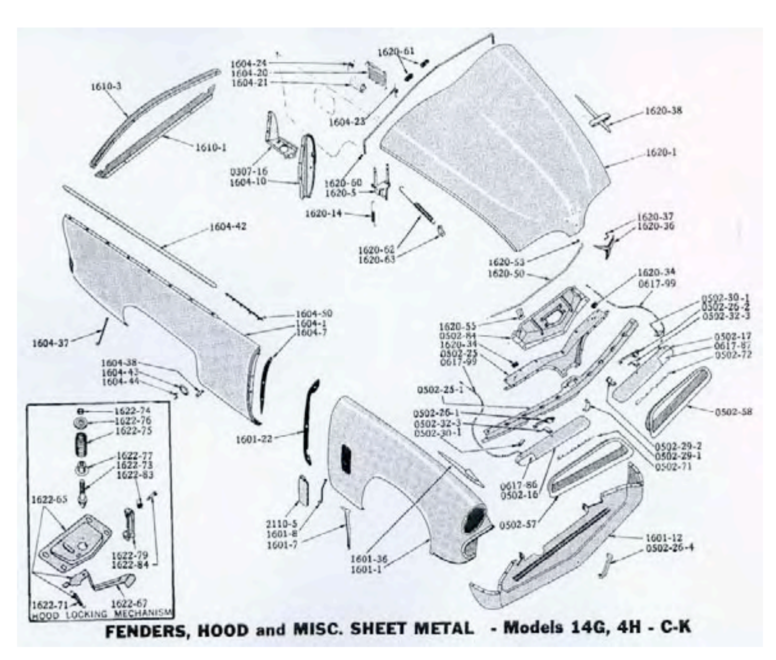


Abb.34: Einzelteile und Zusammenbau der Karosserie, aus Chassis Parts Catalog

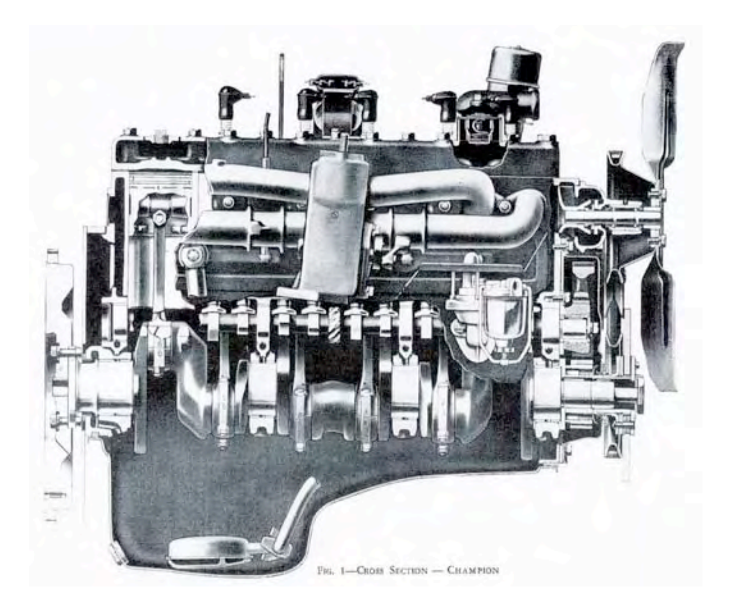




Abb.35: Rechte Seite des Motors



Abb.36: Linke Seite des Motors



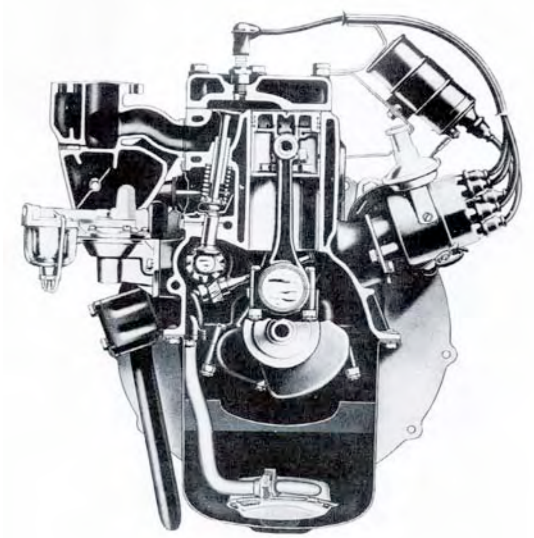


Abb.37: Querschnitte des 6 Zylinder Reihenmotors des `53 Champions, Chassis Parts Catalog

Eine der Besonderheiten des Champion Starliners ist der sogenannte „Hill-holder“, ein Sperrventil, das die Fussbremse einrasten lässt bei Stillstand am Berg. Der Startknopf befindet sich zudem unter dem Kupplungspedal und wird ausgelöst bei vollem Durchtreten. Je nach Sonderausstattung gibt es, wie bei unserem Modell, einen „Overdrive“, der bereits 1930 von Studebaker eingeführt wurde, und im 2. und 3. Gang via Fliehkraftregler lastabhängig arbeitet und sich bei durchgetretenem Gaspedal selbstständig aus- oder einschaltet [Günther D., S. 29-30 1993]. Das Äussere Getriebe der Freilauf/Overdrive Einheit wird durch den Motor angetrieben. Der innere Kern treibt die Kardanwelle an, welche die Kraft auf die Antriebsräder überträgt. Zieht der Motor, wird die Kraft auf den inneren Kern und die Räder übertragen. Wird der Motor langsamer, überträgt sich dies auf das äussere Gehäuse, das sich nun vom Kern löst. Die Antriebsräder sind dadurch frei vom Motorantrieb und der Wagen gleitet, ähnlich bei Fahrrädern im Leerlauf. Der Overdrive ist dabei vollkommen

automatisch und beginnt in dem Augenblick, in dem die Wagengeschwindigkeit die des Motors übertrifft.

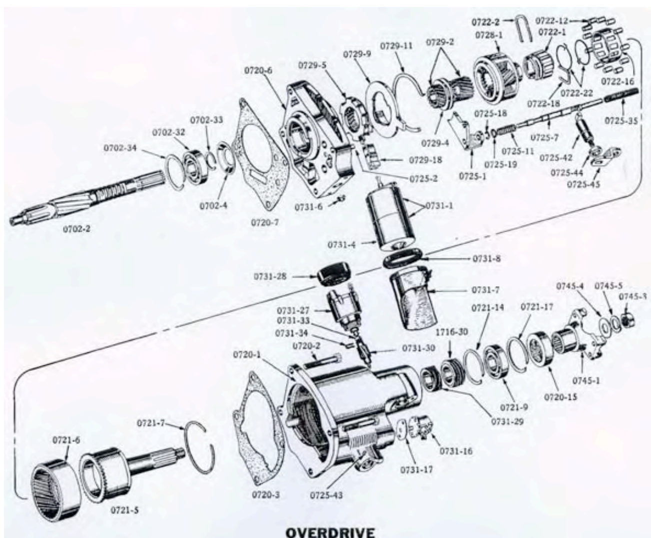



Abb.38: Konstruktionsplan des Overdrive

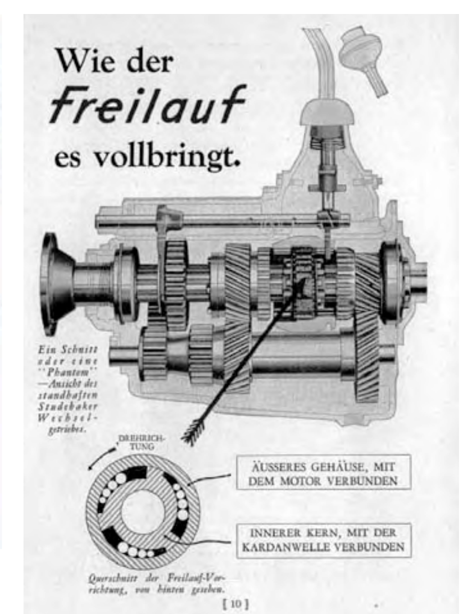


Abb.39: Prinzip des „Overdrive“ (1930)

Gibt man Gas, rasten die Rollen wieder ein und der Wagen beschleunigt wieder, sobald der Motor- die Wagengeschwindigkeit wieder erreicht hat. Der Freilauf lässt sich über einen Knopf optional ein- oder ausschalten. Das ermöglicht ein gewöhnliches Fahren in einem Gang und dadurch ggf. eine Bremsung durch den Motor [Binelli & Ehrsam, 1930].

Farboptionen für die 53er Modelle



Abb.40: Farboptionen der 53er Modellreihe mit Monterey Beige fürs Dach und Coral Red für die Karrosserie

Die Zweiton-Farbkombinationen waren für die Modellserie des Champions standard. Ab Juni 1953 waren diese gegen einen Aufpreis auch für die Commander Modelle erhältlich. Von den amerikanischen Farbenherstellern Duco und Dulux waren identische Farben erhältlich: Das Coral Red wurde von Duco mit der Nummer 1660-M, von Dulux mit 93-57520-M versehen und verkauft. Das Monterey Beige besass die Nummer 1662 von Duco und 93-57522 von Dulux [Bridges J., S. 324, 1992].

Intérieur und Accessoires

Bei einigen Einzelteilen der Innenausstattung handelt es sich nicht mehr um Originale. Vermutlich wurden diese aus Gründen der Abnützung erneuert. Sitzbezüge, Lenkrad und Sicherheitsgurten sind neu und nicht authentisch. Das jetzige Radio mit Kassettenabspielung und den beiden Boxen wurde ebenfalls später installiert. Lilo Pulver kaufte das Fahrzeug ursprünglich ohne Radio. Die Kurbeln der seitlichen Rückfenster wurden zudem demontiert. Ein Öffnen und Schliessen ist deshalb nicht mehr möglich.

Studebaker bot seinen Kunden ein grosses Angebot an speziellen Accesoires an (über 100 Stück), die unter Aufpreis verkauft wurden und einen nicht unwichtigen Bestandteil der Umsätze lieferten. Dazu zählten neben heute selbstverständlichen Teilen wie Aussenspiegel, Nebelscheinwerfern, speziellen Radkappen, Zigarrenanzüger auch Overdrive, Radios, Boxen für den Rücksitz, Papiertuchspender sowie ein Kofferset und diverse Ornamente usw. [Bridges J., S. 159-172, 1992].





Abb.41: Innenraum mit Schaltung an der Lenksäule



Abb.42: Tachometer

Das **Cockpit** des Champion weist die Anzeigen für Benzinstand, Tachometer und Ölstand auf und unterscheidet sich zum Cockpit der Commander mit vier Anzeigen.

Beim **Lenkrad** handelt es sich um das eines Studebaker Hawk Modells. Die Hawks waren die Nachfolgerserie der Champions und wurden technisch nicht komplett neu entwickelt – deshalb passen viele dieser Teile auch auf die Champions.

Die Verkleidung der Türen und die Kurbeln der Fenster dürften (wo vorhanden) alle noch authentisch sein. Die **Sitzbezüge** waren in fünf verschiedenen Versionen erhältlich. Airway Gray Nylon, Cardinal Red Nylon, Scarlet Red Vinyl Leatherette, Golden Tan Vinyl Leatherette und ab Frühling 1953 auch Flax (cream) Vinyl Leatherette [Bridges J., S. 123, 1992]. Dr. Emanuel Pulver erinnert sich an den ursprünglichen Sitzbezug Airway Gray Nylon.



Abb.43: Sitzbezüge, Türverkleidung und Gurten



Abb.44: Originale Sitzbezüge, Airway Gray Nylon

Für die Option eines Radios wären zwei verschiedene Modelle zur Verfügung gestanden: Das herkömmliche Modell zur manuellen Bedienung sowie das Strat-O-line – ein acht Röhren Radio mit automatischer Senderwahl das als „the finest car radio money can buy“ gepriesen wurde und zum neuesten Schrei in Sachen Technik gehörte [Bridges J., S.165, 1992].



Abb.45: Das Radio mit automatischer Senderwahl

Individuelle Besonderheiten

Bei den individuellen Besonderheiten handelt es sich vorwiegend um Kennzeichnungen im Innenraum des Fahrzeuges. Sie zeugen vom individuellen Charakter, der das Fahrzeug durch die Besitzerin Liselotte Pulver erhalten hat und als Teil der Fahrzeuggeschichte zu betrachten und deshalb unbedingt erhaltenswert sind. Witzig sind die Blechschilder, die Lilo Pulver von Fahrzeugen der städtischen öffentlichen Verkehrsmittel demontiert, oder von Bekannten erhalten oder anderweitig erworben hat. Am Rückfenster befinden sich dazu noch einige Aufkleber. Einer davon von der Sesamstrasse, eine Kindersendung des

Norddeutschen Rundfunks für den Lilo Pulver damals als Fernsehmoderatorin gearbeitet hat und dem Autor noch als Kindheitserinnerung bekannt ist.



Abb.46: Schaukeln verboten



Abb.47: Nicht hinauslehnen



Abb.48: Jeder Missbrauch wird bestraft

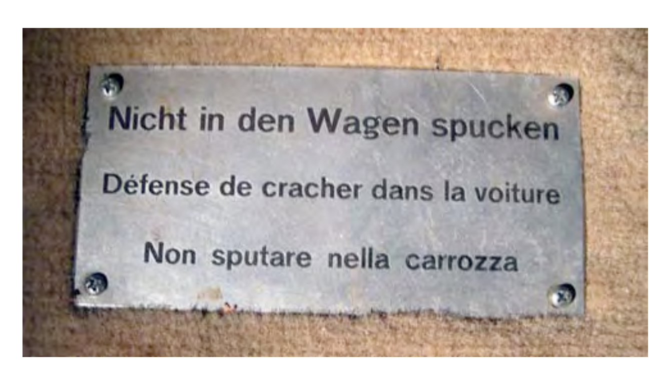


Abb.49: Nicht in den Wagen spucken



Abb.50: Ernie aus der Sesamstrasse



Abb.51: 2 Personen in einem Fahrkorb

4. Vorzustand und Schadenskartierungen der Lackierung

4.1 Front

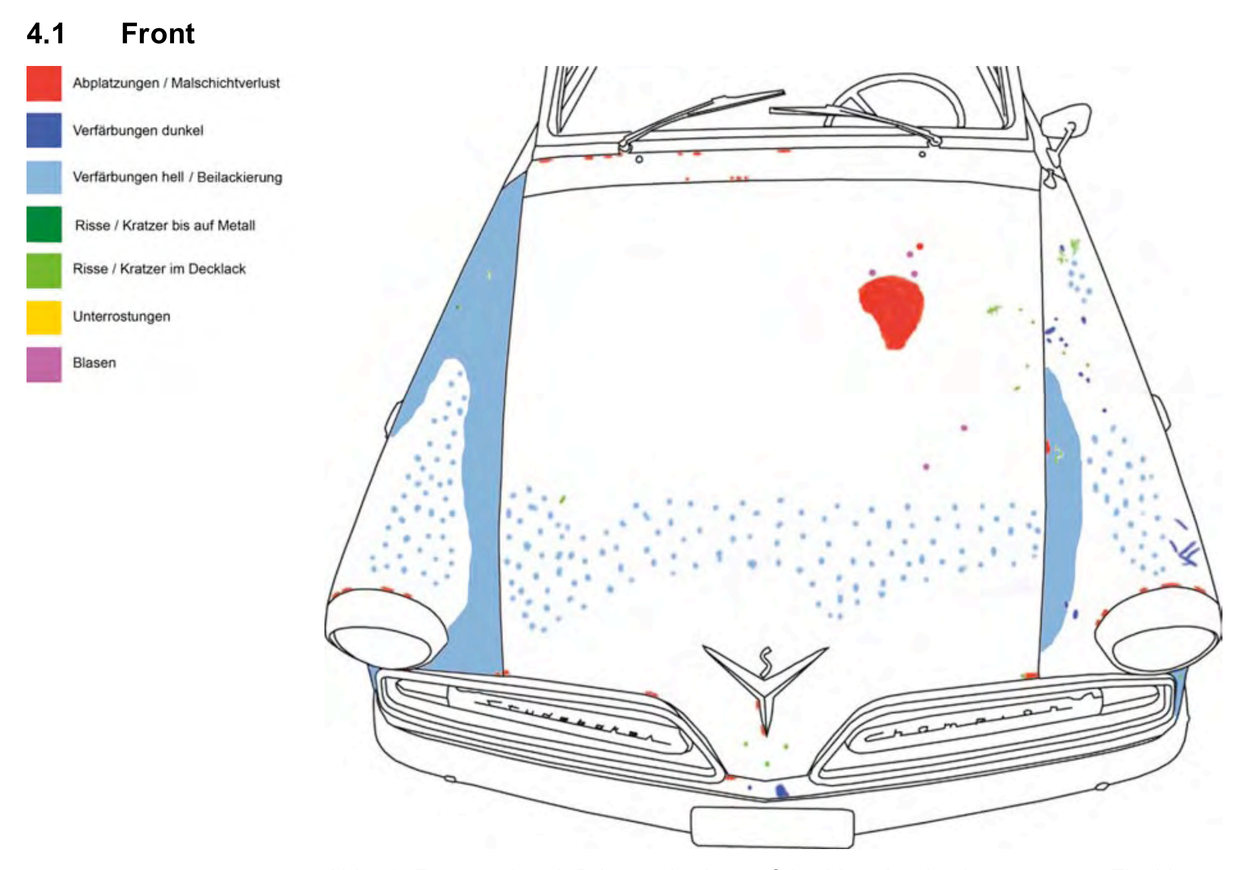


Abb.52: Frontpartie mit Primärschaden auf der Motorhaube (grosser roter Fleck).

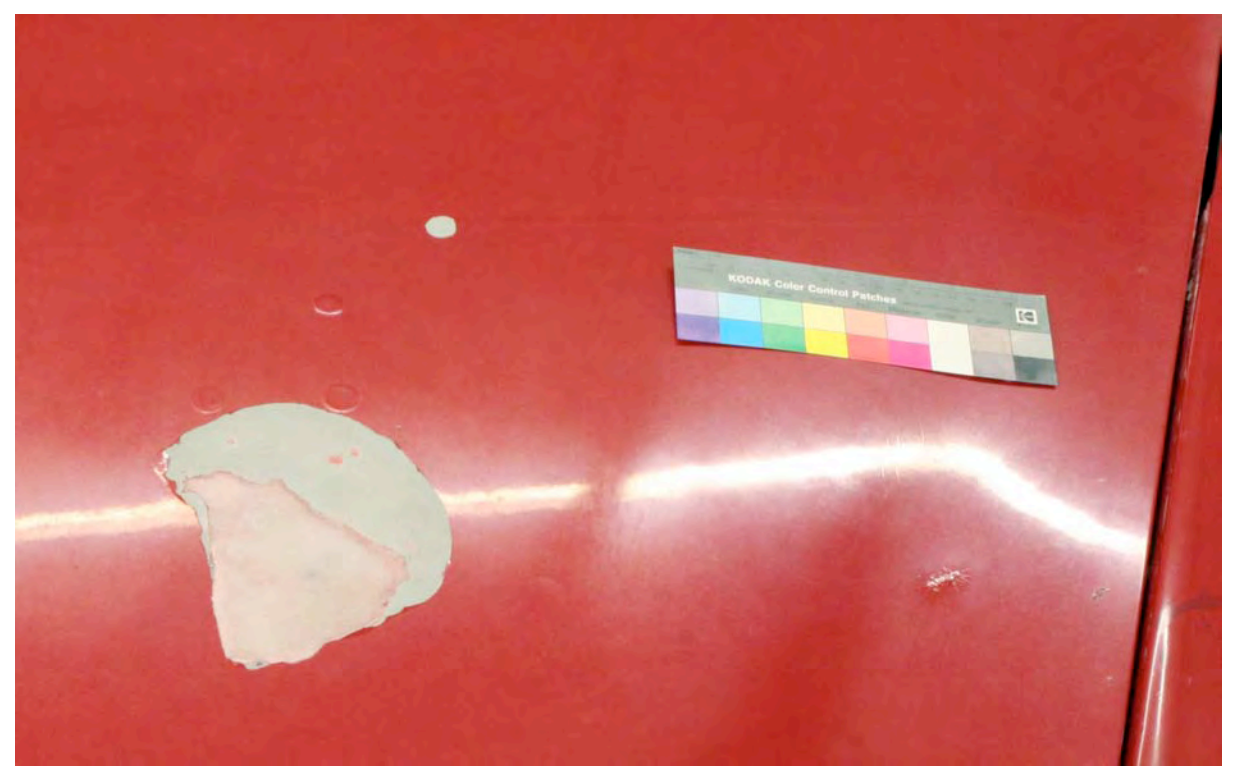
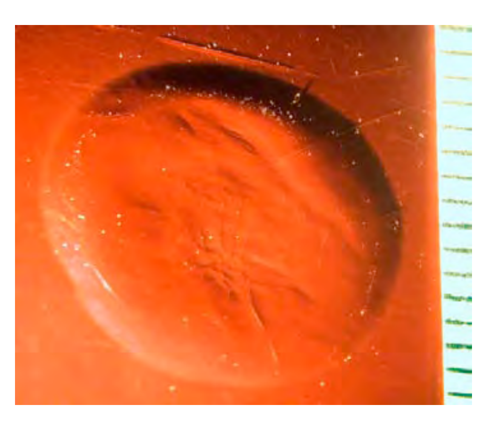


Abb.53: Primärschaden auf der Motorhaube, darüber die Blasenbildung als deren Ursprung


Abb.54: Blase im Streiflicht, Skalierung in mm

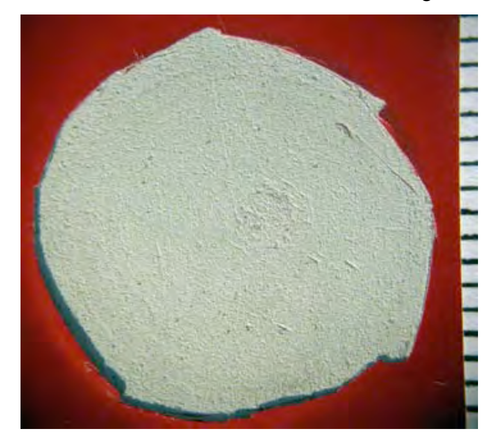
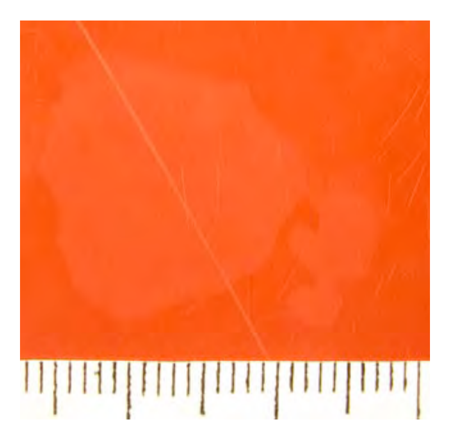

Abb.55: Geöffnete Blase


Abb.56: Abblätterung des Lacks als Primärschaden


Abb.57: Helle Verfärbungen und Kratzer

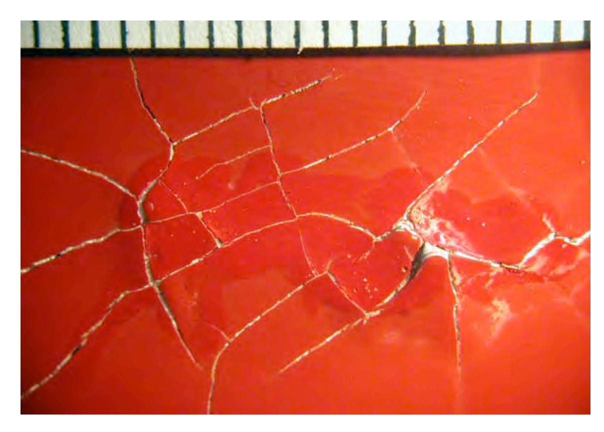
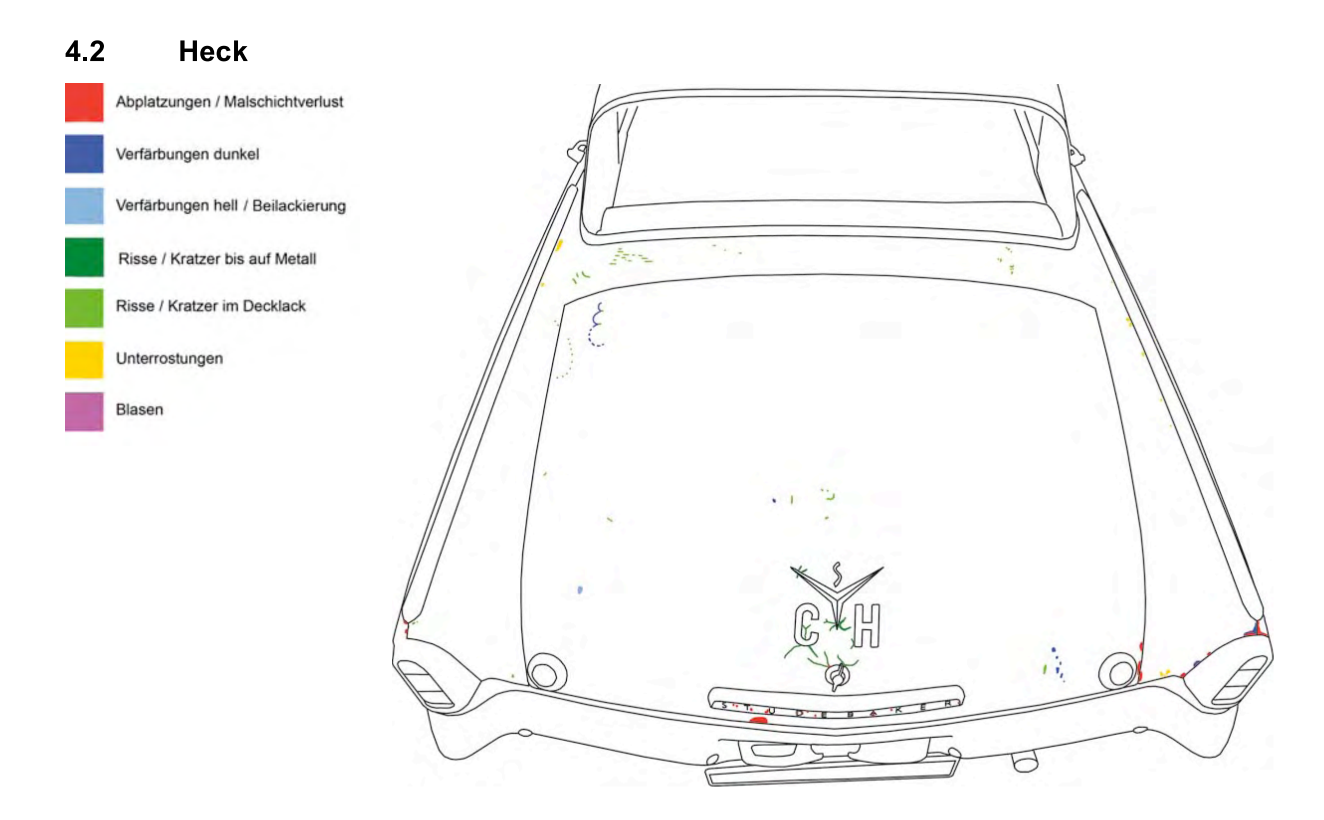

Abb.58: Rissbildung /Craquellée, darüber eine Retoche


Abb.59: Dunkle Verfärbungen



Abb.60: Beilackierung im falschen Farbton

4.2 Heck



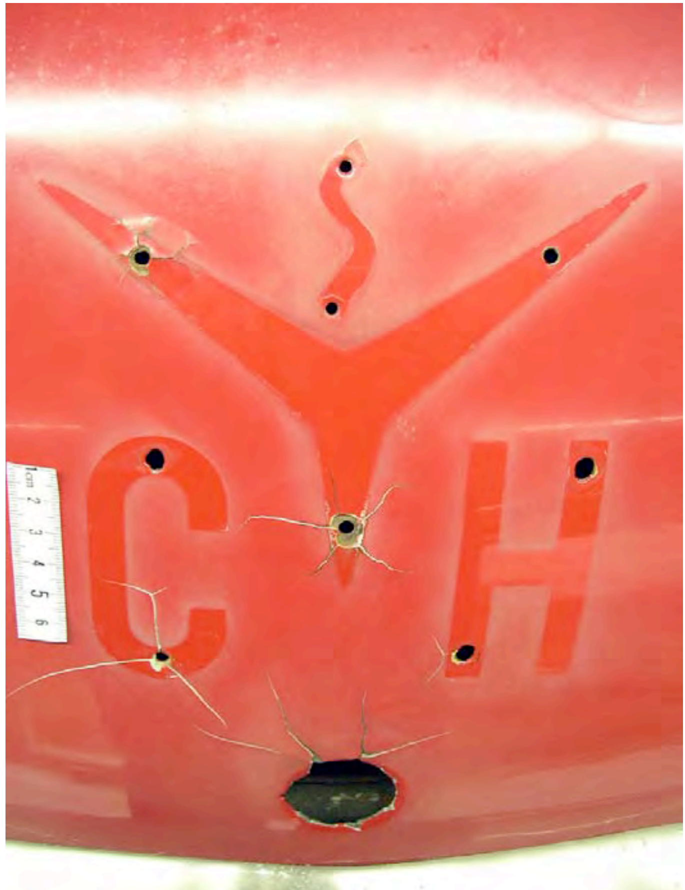




Abb.61: Abplatzung am Kofferraum

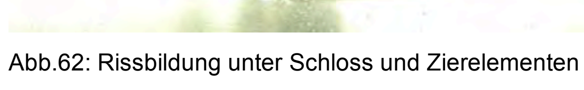


Abb.62: Rissbildung unter Schloss und Zierelementen

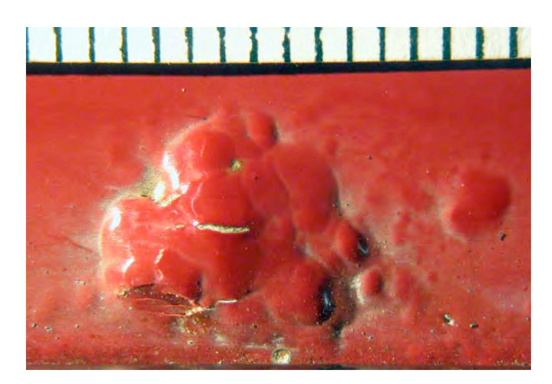


Abb.63: Unterrostung

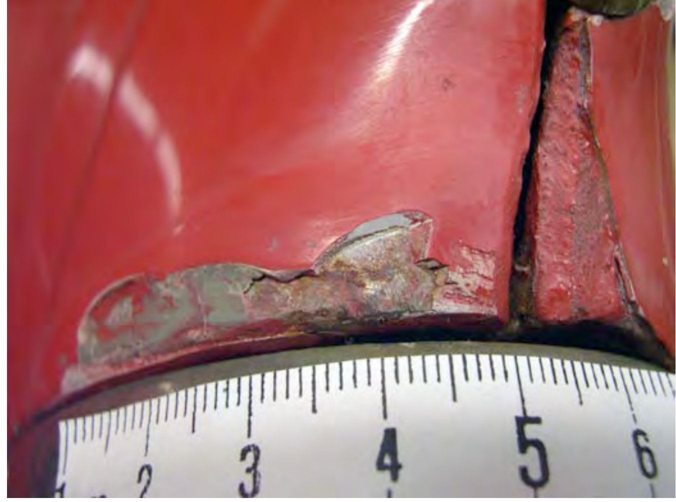
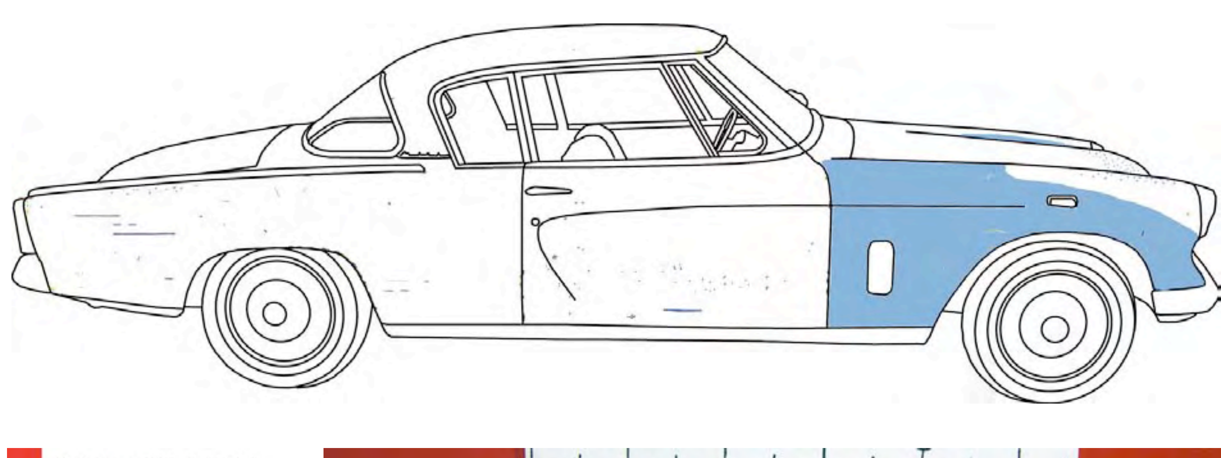


Abb.64: Retouchierte Abplatzung der rechten Heckflosse

4.3 Rechte Seite





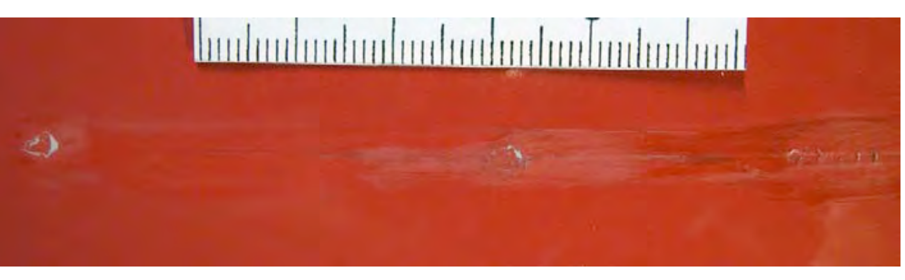


Abb.65: Retouchen und Versuche für deren Entfernung (links mit Lösemittel, mitte mit Glasfaserstift und rechts ohne Entfernung)

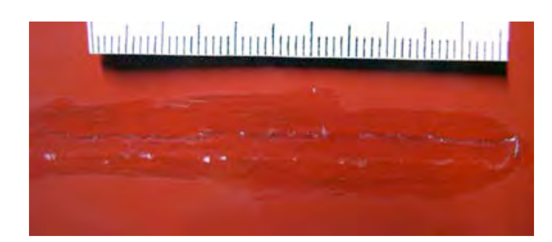
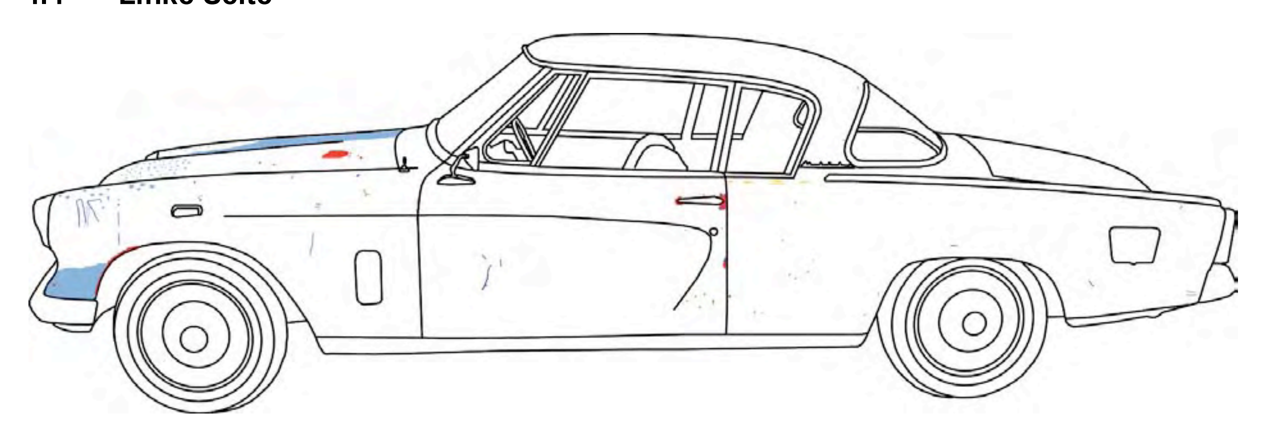


Abb.66: Retouchierte Kratzer



Abb.67: Beilackierung mit Craquelée-Bildung

4.4 Linke Seite





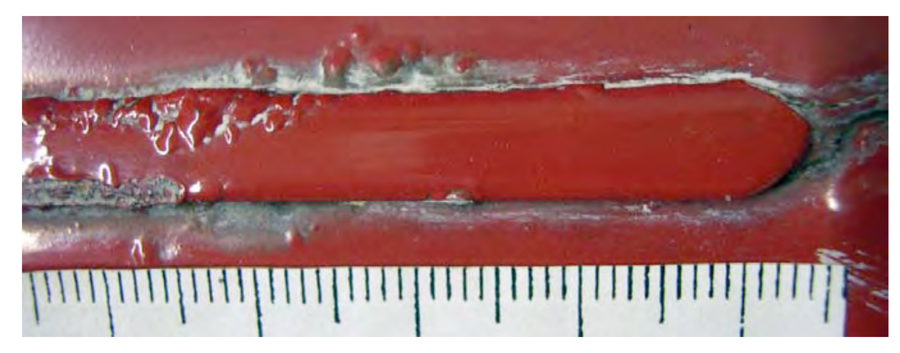


Abb.68: Leiste mit Unterrostungen und Resten von altem Poliermittel

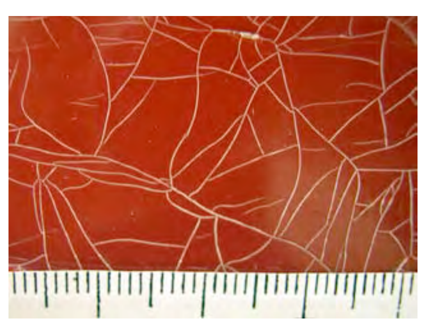


Abb.69: Beilackierung mit Craquelée-bildung ganz vorne

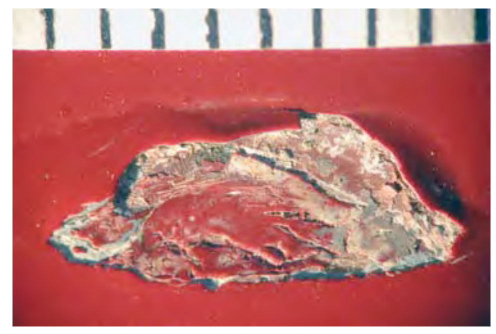


Abb.70: Retouchierte kleine Abplatzung

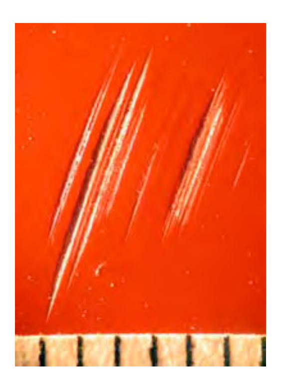


Abb.71: Kratzer



Abb.72: Retouche



Abb.73: Abplatzung

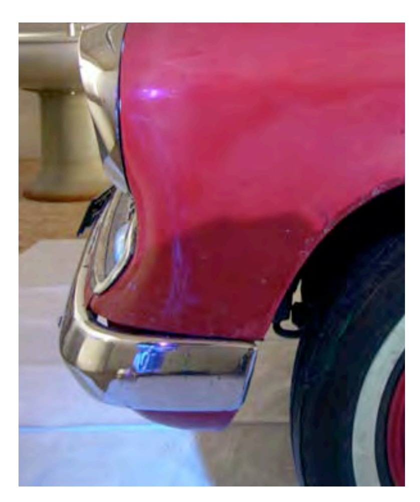
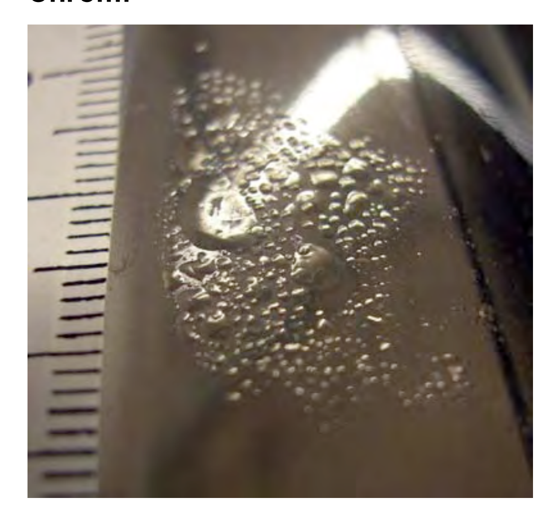


Abb.74: Beilackierung im UV-Licht

4.5 Sonstige Schäden

Chrom:


Abb.75: Unterrostung des Chroms einer Zierleiste

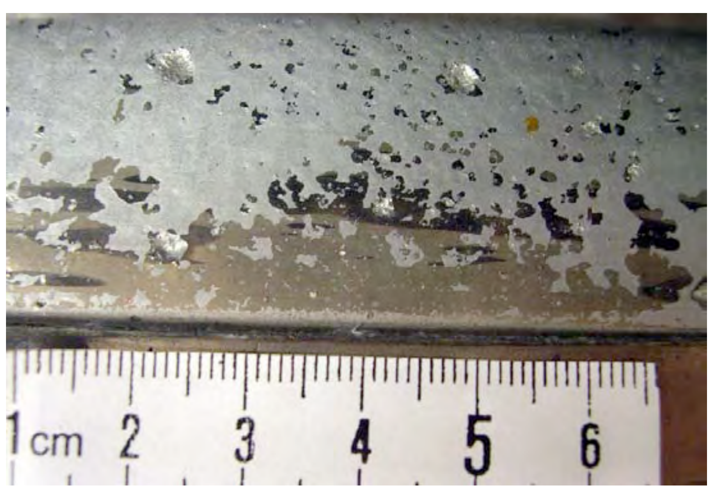


Abb.76: Partieller Verlust einer Beschichtung auf dem Chrom der beiden Kühlergrille

Gummiabdichtungen:


Abb.77: Spröde Gummidichtung

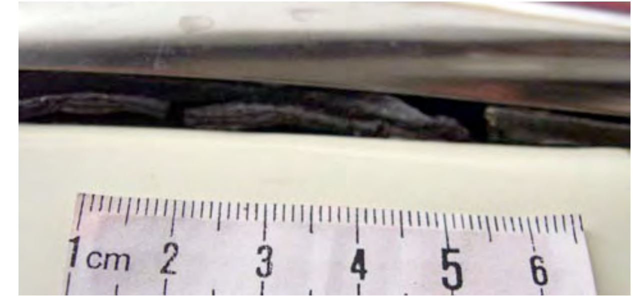


Abb.78: Degradierte Gummiabdichtung des Heckfensters

Innenraum:


Abb.79: Rostbildung im Innern des Lüftungsschachts


Abb.80: Fortgeschrittene Rostbildung im Kofferraum

5. Charakterisierung und Ursachen der Schadensbilder

Um eine Übersicht der Schäden am Lack und deren mögliche Ursachen zu bieten, wird hier die Klassifizierung nach der farblichen Einteilung gemäss dem vorigen Kapitel über die Schadenskartierung übernommen. Eine genaue Einteilung einzelner Schäden kann teilweise schwierig sein, da sich gewisse Kratzer, Risse oder Abplatzungen zum Beispiel aufgrund von Korrosion bildeten. Die Schäden werden exemplarisch anhand einzelner Beispiele gezeigt, charakterisiert und mögliche Ursachen erörtert. Unter dem letzten Punkt wird auf übrige Schäden eingegangen, die sich nicht auf die Lackierung beziehen und deshalb nur ansatzweise thematisiert werden.



Abplatzungen / Malschichtverlust

Bei den rot markierten Stellen handelt sich um Abplatzungen und Mal- /Lackschichtverluste. Generell handelt es sich dabei um Stellen, die durch ihren kompletten Verlust der Farbe auch am deutlichsten ins Auge springen. Dies gilt im Besonderen für den rund 2 dm^2 grossen Primärschaden auf der Motorhaube. Eine Restaurierung dieser Schäden ist unumgänglich.

Front:

Der Primärschaden mit der Blasenbildung und der damit verbundenen Abblätterung auf der Motorhaube war ausschlaggebend für die vorliegende Diplomarbeit. Die Abblätterung auf der Motorhaube hat sich bereits seit eineinhalb Jahren mit sehr geringem Gebrauch des Fahrzeuges im Fahrtwind noch mehr ausgeweitet.



Abb.81: Abblätterung im Winter 2005/06



Abb.82: Abblätterung im Sommer 2007

Der Vergleich der beiden Fotografien zeigt die beinahe Verdoppelung der Ausweitung des Primärschadens. Auf der Fotografie aus der Semesterarbeit von 2005/06 ist allerdings auch ersichtlich, dass sich im oberen Teil des Schadens der rote Decklack bereits angelöst hat und sich folglich zum heutigen Schadensbild weiterentwickelt hat und abgeschlossen sein dürfte. Ursprung dieses Schadens war eine von insgesamt fünf Blasen, die geöffnet wurde und sich daraus durch Witterungseinflüsse und Fahrtwind die Abblätterung zum heutigen Ausmass entwickelte.



Abb.84: Die Motorhaube mit Abblätterung und weiteren Blasen, eine davon geöffnet für Untersuchungen

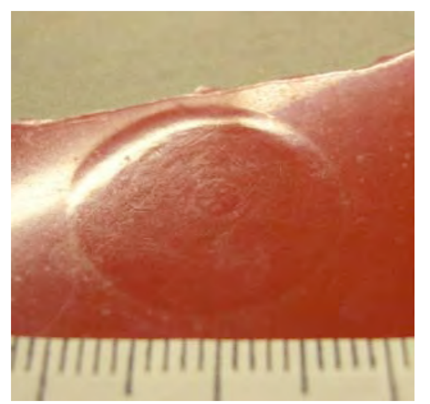


Abb.83: Eine von fünf Blasen



Abb.85: Ort der ursprünglichen Blase

Die Abblätterung ist also klar durch die Verletzung der ursprünglich geschlossenen Blase im Fahrwind entstanden. Die Auftrennung der Schichten findet im Füller statt. Die Ursache der Blasenbildung selbst wird in Punkt 5.7 und im nächsten Kapitel ausführlich erörtert.

Heck:

Am Heck fanden sich mehrere Abplatzungen. Dabei befinden sich alle an Kanten oder Ecken der Karosseriebleche. Einige davon wurden bereits eher provisorisch repariert – wer und wann diese repariert hatte bleibt bis heute unklar. Beim grossteil der Abplatzungen ist davon auszugehen, dass sie durch mechanische Verletzungen der Lackschichten und folglich einer Korrosionsbildung auf dem Blech und einer Trennung zur Lackschicht entstanden sein

müssen. Gewisse Korrosionsbildungen können sich auch bloss aufgrund mangelhafter Abdeckung durch die Lackierung oder fehlende Rostschutzgrundierung entwickelt haben.



Abb.86: Abplatzung bis aufs Metall

Als Ursprung kann eine Unterrostung des Lacks und folglich eine Loslösung und Abplatzung vom Blech gesehen werden. Durch regelmässiges und unsorgfältiges Öffnen und Schliessen oder einen Schlag kann der Schaden entstanden sein. Bei der Abblätterung der schwarzen Hintergrundfarbe am Kofferraumgriff mit der reliefierten Studebaker Beschriftung ist die Haftung zum Metall nicht mehr gewährleistet. Teile der schwarzen Fassung haben sich gelöst.

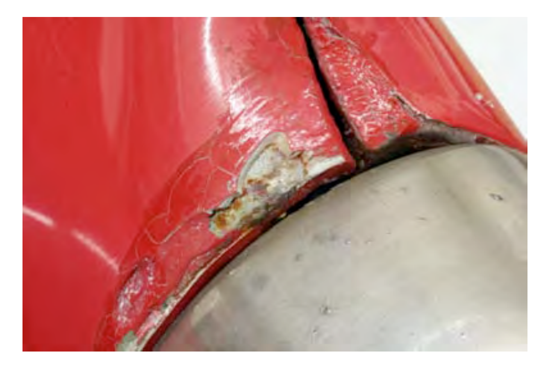


Abb.87: Retuschierte Abplatzung an der rechten Heckflosse

Eine bereits reparierte und retuschierte Abplatzung von Lack befindet sich an einer Kante am Ende der rechten Heckflosse. Durch Rostsprengung hat sich die Kittung wieder vom Substrat gelöst und würde sich - so belassen - weiterentwickeln zu einer grösseren Durchrostung.

Linke und rechte Seite

Die Abplatzungen an den Seiten sind eher gering. Meistens an Türkannten oder anderen exponierten Stellen die über die Jahre des Gebrauchs belastet waren.



Abb.88: Türkante

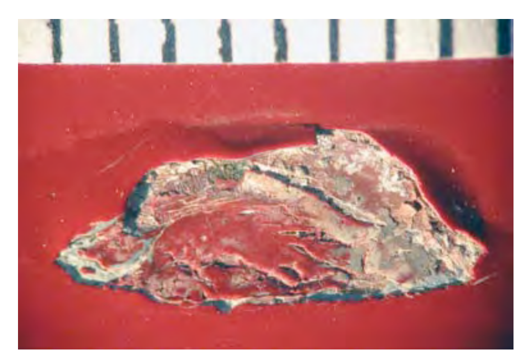


Abb.89: Retouchierte Abplatzung durch Steinschlag

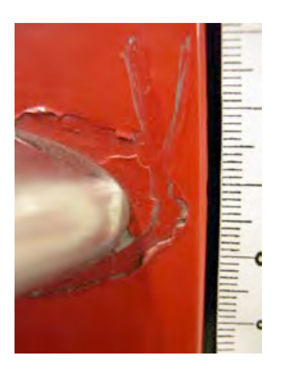


Abb.90: Retouchierte Abplatzung am Türgriff



Verfärbungen dunkel

Einerseits handelt es sich bei den dunklen Verfärbungen um retouchierte Schäden, andere Stellen weisen eher auf eine chemische Veränderung und Verfärbung im Decklack hin. Vermutlich chemische Verfärbungen und Abdunkelungen des Lacks traten ausschliesslich auf dem linken vorderen Kotflügel beim „Lichtschacht" auf. Aufgrund des Schadensbildes muss es sich dabei um eine Flüssigkeit gehandelt haben, die den Lack dunkel verfärbt hat.



Abb.91: Chemische Verfärbungen

Bei Batteriesäure handelt es sich um verdünnte Schwefelsäure (H_2SO_4). Je nach Witterung und Einwirkzeit kann sich der Schadensverlauf rasant entwickeln: Bei ca. 50 °C Objekttemparatur zerfällt der Decklack bereits nach 15 Minuten. Zunächst entsteht Glanzverlust, dann Farbtonveränderungen durch Pigmentschädigung bis hin zum totalen Zerfall des Bindemittels [Sydow K., S. 103, 2005]. Da sich der Schaden ausschliesslich auf der linken Seite neben der Motorhaube in nähe der Batterie befindet, wird die These einer Verfärbung durch Batteriesäure gestützt.

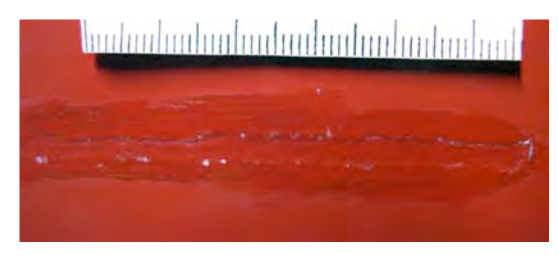


Abb.92: Alte Retouchen von Kratzern

Als gut gemeinte, aber trotzdem auffällige Mängel sind die Zahlreichen unsachgemässen Retuschen von Kratzern, die sich vor allem auf den beiden Seiten finden. Das Bild zeigt die Schwierigkeit einer genauen Einteilung der Schäden. Hier handelt es sich sowohl um einen Kratzer, als auch Malschichtverlust und dunkle Färbung aufgrund einer Retusche.



Abb.93: Beilackierung im UV-Licht

Als dunkle Verfärbungen können auch die beiden Beilackierungen an den beiden vorderen Ecken des Fahrzeugs betrachtet werden. Hier zur Verdeutlichung im UV-Licht dargestellt. Bei der Beilackierung handelt es sich vermutlich um einen Nitrolack, dessen Farbton auffällig zu dunkel gewählt wurde und zudem schlecht am Decklack darunter haftete und craqueliert auftrocknete.



Verfärbungen hell / Beilackierung

Bei den hellen, fleckigen Verfärbungen, die sich vor allem auf horizontalen flächen befinden, handelt es sich um Auskreidungen oder Ausbleichungen. Neben den oben erwähnten kleineren Beilackierungen in zu dunklem Nitrolack, finden sich grössere, eher dunkle Beilackierungen gemäss Schadenskartierung auf dem rechten vorderen Kotflügel sowie links und rechts neben der Motorhaube.

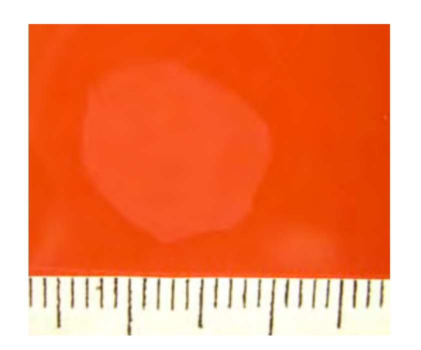


Abb.94: Ausbleichung/Auskreidung

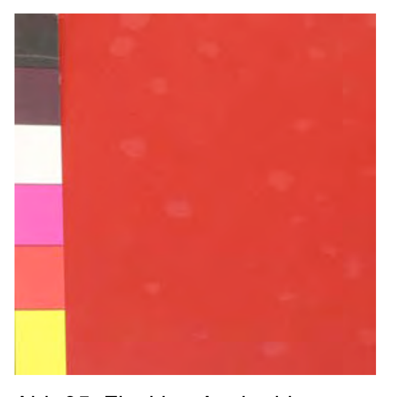


Abb.95: Fleckige Auskreidung

Die Auskreidungen oder Ausbleichungen an horizontalen Flächen auf der Lackierung der Motorhaube und den Seiten zeigen sich in einer auffälligen Fleckenbildung, die vermutlich erst vor etwa zwei Jahren entstand. Sowohl Auskreidung wie Ausbleichung zeigen sich als Farbveränderungen im Zusammenspiel zwischen UV-Strahlung und Lackschicht. Bei der Ausbleichung, die angeblich eher fleckig auftritt, werden dabei die Pigmente verfärbt [Kerkhoff v.d. P., Haagen H., S 146, 1995]. Auskreidungen werden damit erklärt, dass das Pigment Titandioxid der Anatasform UV-Strahlung absorbiert und den photochemischen Abbau des Bindemittels durch die Bildung von OH-Radikalen verursacht. Die gleiche Wirkung soll Eisenoxidrot haben und die Pigmente liegen nach dem Abbau des Bindemittels frei [Sadowski F., S. 96, 2000]. Das Phänomen soll vor allem bei älteren, rot lackierten Fahrzeugen auftreten. Ein Klarlack soll das Auskreiden verhindern. [Hondaholics, TechLex Auskreiden, 2007] Auskreidungen oder Leaching Prozesse sollen vor allem in öligen Bindemitteln auftreten [Phillips J., S. 46, 2002].

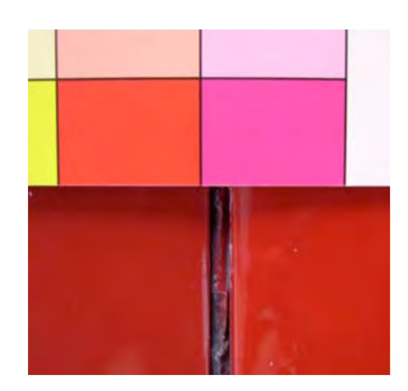


Abb.96: Beilackierung des rechten vorderen Kotflügels in „Ferrarirot“

Die Detailaufnahme zeigt die Farbgebung der Beilackierung in einem knalligen Ferrarirot des beinahe gesamten vorderen Kotflügels der rechten Seite. Die farbliche Abweichung war von Auge auffällig. Die fotografische Widergabe ist nur als Detailaufnahme deutlich ersichtlich. Zwei weitere, kleinere Beilackierungen mit dem gleichen Decklack wurden bei der Reparatur von Schäden neben der Motorhaube gesprüht.



Abb.97: Beilackierung neben Motorhaube

Die Beilackierung im Ferrarirot an der linken Seite neben der Motorhaube. Unterhalb des Farbkeils sind weitere Flecken der Auskreidung auf der Motorhaube zu sehen.

Risse / Kratzer bis auf Metall

Risse und Kratzer die sich durch den Lack bis auf das Substrat (Metall der Karosserie) erstrecken, sind gemäss Schadenskartierung in dunklem Grün gehalten. Diese waren vor allem um das Kofferraumschloss und an den Kanten der Kotflügel zu finden.



Abb.98: Risse im Lack

Beim hier gezeigten Schadensbild war eine genaue Einteilung schwierig. Die Rissbildung zeigte sich unter den verchromten Zierelementen, dem CH, dem Kofferraumschloss und dem Kofferraumgriff. Interessant ist hier auch die Farbdifferenz der abgedeckten Partien. Die Rissbildung ist auf Druckstellen und Verletzungen durch die Fixierung erwähnten Teile zurückzuführen. Die Erschütterungen beim schliessen des Kofferraumes dürften die Lackschichten verletzt haben.
Durch das Eindringen von Wasser wurden daraufhin durch Korrosion ganze Lackschichten gelöst. Die Brüchigkeit könnte zudem noch mit einer Versprödung und Verhärtung des Lackes in Verbindung stehen. Die Korrosion und Loslösung der Lackschichten würde sich ohne Intervention sicher ausweiten.
Tiefe Kratzer, die bis auf das Karosserieblech dringen waren offensichtlich keine zu finden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich ohne eine Verletzung der Lackschichten bis aufs Metall keine Korrosion bilden könnte. Mehr dazu bei den Unterrostungen.



Risse / Kratzer im Decklack

Risse und Kratzer durch den Decklack in den Füller sind mit hellgrüner Farbe bezeichnet. Die Risse wurden vor allem auf der rechten Seite retuschiert – sind in der Schadenskartierung aber als Kratzer klassiert. Zum einen dürften diese vor allem hinter den Rädern durch Steinschlag entstanden sein. Grössere, längliche Kratzer könnten von Manövrierfehlern oder Vandalismus stammen.

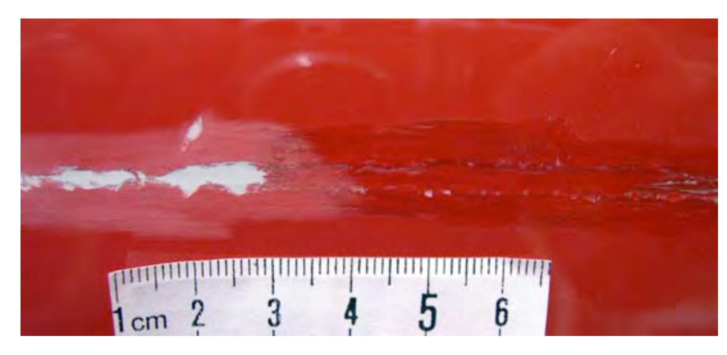


Abb.99: Retuschierte Kratzer

Die auffälligsten Kratzer befinden sich auf den beiden Seiten des Fahrzeuges. Ein Grossteil davon wurde wie hier ersichtlich retuschiert oder überpinselt. Auf der linken Seite der Abbildung wurde die Retusche mittels Glasfaserstift entfernt. Durch den Anschliff wurde auch der Glanzgrad des Lackes beeinträchtigt.



Abb.100: Ursprünglich retuschierte Kratzer durch Steinschlag

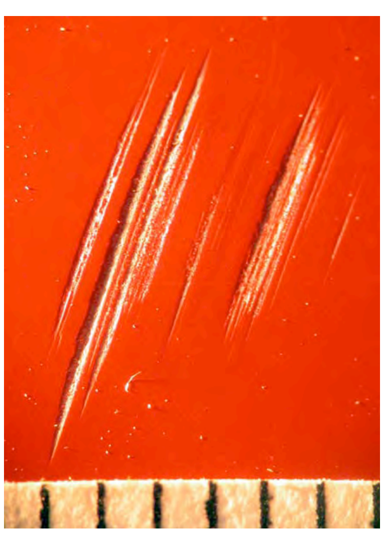


Abb.101: Herkömmliche Kratzer



Unterrostungen

Glücklicherweise waren die Lackschäden aufgrund von Unterrostungen oder gar Lochfrass eher gering. Am auffälligsten zeigt sich das Phänomen in einer pusteligen Aufwerfung der Lackierung. Am ehesten betroffen waren diverse Blechkannten und Fugen sowie eine Rostbildung an den Felgen, die möglicherweise durch eine Verletzung des Lacks bei Pneuwechsel entstanden sein dürfte.

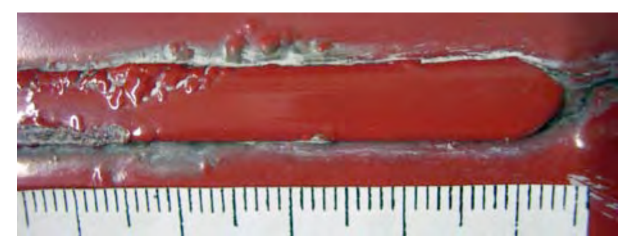


Abb.102: Unterrostung an Fugen

Unterrostungen an einer Abdeckleiste bei beiden seitlichen hinteren Fenstern. Bei der weissen Ablagerung handelt es sich um Reste von altem Poliermittel.

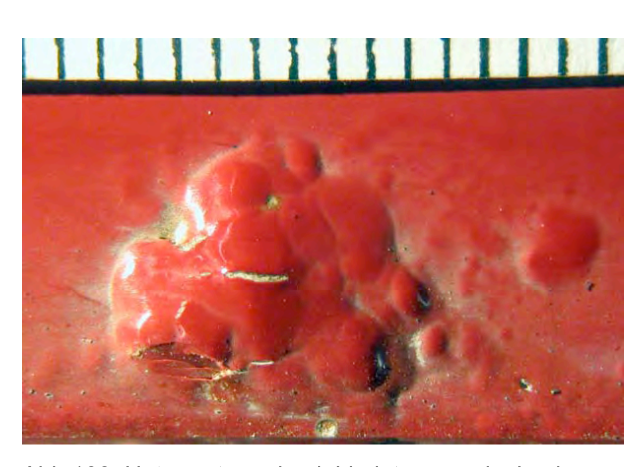


Abb.103: Unterrostung durch Verletzungen im Lack

Die nebenstehende Abbildung zeigt eine typische Unterrostung, die sich als Pustelung und Aufwerfung des Lackes zeigt. Eine Intervention wäre wohl sinnvoll, da sich der Schaden bei hoher Luftfeuchtigkeit oder dem Eindringen von Wasser in die Schadstelle ausweiten würde.

Für eine objektive Beurteilung von Korrosion wurde im Automobilbau in Anlehnung an DIN 53 210 eine Rostgrad-Reihe aufgestellt [Sydow K., S. 33 f., 2005]:

Rostgrad 1: *Beginnende Korrosion mit bis zu 1 mm Ausdehnung. Korrosion lässt sich leicht entfernen.*

Rostgrad 2: *Fortgeschrittene Korrosion bis 2 mm Ausdehnung. Korrosion lässt sich nur noch mechanisch entfernen. Vertretbarer Kostenaufwand*

Rostgrad 3: *Weiter fortgeschrittene Korrosion bis 4 mm Ausdehnung. Korrosion lässt sich nur unter Schwierigkeiten mechanisch entfernen. Vertretbarer Kostenaufwand gerade noch möglich.*

Rostgrad 4: *Deutlich fortgeschrittene Korrosion bis 5 mm Ausdehnung. Mechanisch entfernbar nur unter grossen Schwierigkeiten. Dauerhafte Beseitigung mit*

vertretbarem Kostenaufwand nicht mehr möglich – das Teil muss ersetzt werden.

Rostgrad 5: *Extreme Korrosion mit mehr als 5 mm Unterrostung. Beginnende Durchsetzung des Blechquerschnitts. Dauerhafte Beseitigung ist aus Kosten- und Festigkeitsgründen nicht mehr möglich – das Teil muss ersetzt werden.*

Ein komletter Ersatz von Teilen ist in unserem Fall nur sehr beschränkt möglich. Eine genaue Ausmessung und Eruierung der Rostgrade ist zudem durch die Verdeckung durch den darüber liegenden Lack in der Praxis schwierig. Es dürfte sich jedoch noch meistens um einen Rostgrad von 3 handeln – eine Reparatur ist jedenfalls noch möglich.



Blasen

Die Blasenbildung ist ausschliesslich auf der Motorhaube zu finden und scheint das interessanteste Schadenbild zu sein. Die insgesamt fünf Blasen stellen gleichzeitig den Ursprung des Primärschadens auf der Motorhaube dar, der sich unter Witterungseinflüssen ausgedehnt hat nach dem mutwilligen Öffnen einer Blase. Die Blasenbildung selbst hat sich nach Angaben von Georg Pulver erst vor etwa zehn bis fünfzehn Jahren entwickelt.

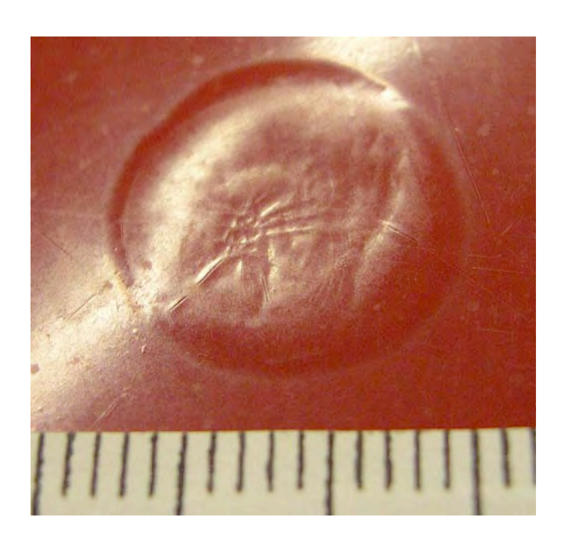




Abb.104: Blase auf der Motorhaube

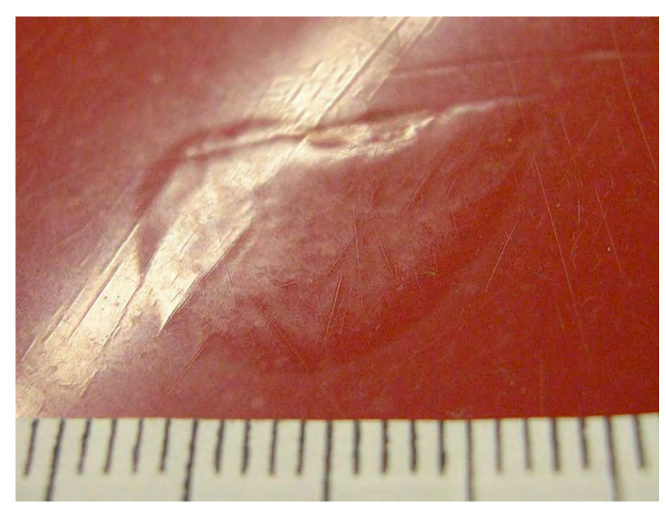


Abb.105: Blase auf der Motorhaube in asymmetrischer Form

Die Blasen treten zum meistens in kreisrunder Form auf. Einige davon Wölben sich gleichmässig auf. Andere – wie die hier gezeigten sind asymmetrisch und sind auf ihrer Kuppe eingefallen. Beim Öffnen einer Blase zeigte sich, dass weder Wasser noch sonst irgendwelche Rückstände (zB. Salzkristalle) auffindbar waren. Die Schichtentrennung und Blasenbildung scheint jedoch von einem Kern oder Keim auszugehen, der sich jeweils in der

Füllerschicht befindet und durch Dampf- oder Luftdruck die Blase und Aufwölbung des Decklacks mit Teilen der Füllerschicht verursacht.



Abb.106: geöffnete Blase

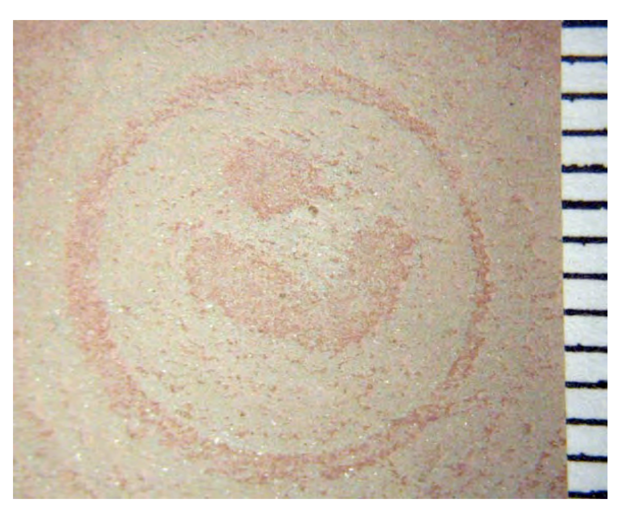


Abb.107: Ursprung der Blase auf der Grossflächigen Abblätterung

Neben der im nächsten Kapitel gezeigten Theorie zur Blasenbildung anhand von eigenen Untersuchungen, sollen hier noch andere mögliche Ursachen erörtert werden, die in einschlägiger Literatur zu Lackschäden zu finden sind:
Als wahrscheinlichste Ursache für die Blasenbildung in dieser Grösse werden sogenannte Osmoseblasen angesehen. Die Osmose wird grundsätzlich ausgelöst durch wasserlösliche Verunreinigungen jeder Art, z.B. Mineralsalze aus Fingerabdrücken oder Schweiss, mineralhaltiges Wasser oder Schleifwasserrückständen. Das Beschichtungsmaterial wirkt dabei als semipermeable Membran. Das Wasser kann sowohl als Flüssigkeit als auch als Wasserdampf durch die Beschichtung eindringen und löst die in der Lackschicht befindlichen Verunreinigungen. Die in Lösung gegangenen Verunreinigungen mit höherer molekularer Masse können jedoch nicht hinaus diffundieren – es entsteht ein osmotischer Druck, der sich bei erhöhter Temperatur und Konzentration der Lösung zusätzlich potenziert. Da das eingedrungene Wasser im Lackfilm wie ein Weichmacher wirkt, kann bereits ein geringer osmotischer Druck zur Blasenbildung führen. Frische osmotische Blasen sind stets mit Wasser gefüllt und können daher, wenn sie auf der Grenzfläche zum Metalluntergrund liegen auch zu Korrosion führen. [Sadowski F., S. 26 f. / 203, 2000]

Sonstige Schäden

Beschichtung des Kühlergrills



Abb.108: Kühlergrill mit Beschichtung auf der Innenseite

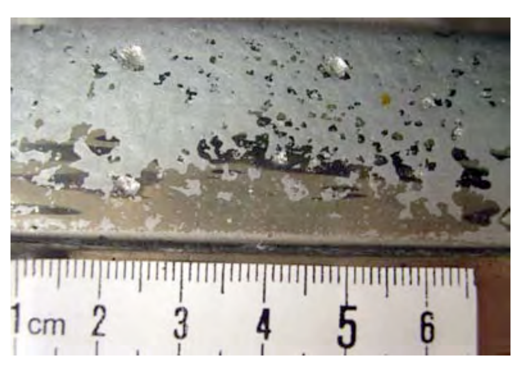


Abb.109: Abplatzungen der Beschichtung auf der Innenseite des Kühlergrills



Abb.109: Beleg für die Authentizität der Beschichtung

Die verchromten Kühlergrille auf beiden Seiten waren innenseitig beschichtet mit einer matten silbernen Farbe. Dies sollte das verchromte und mit einer reliefierten Schrift versehene Mittelstück vermutlich im Glanz abheben. Die Abklärung über die Authentizität kann über die hier gezeigte Fotografie eines Champion von 1953 erfolgen.

Schäden an Verchromungen

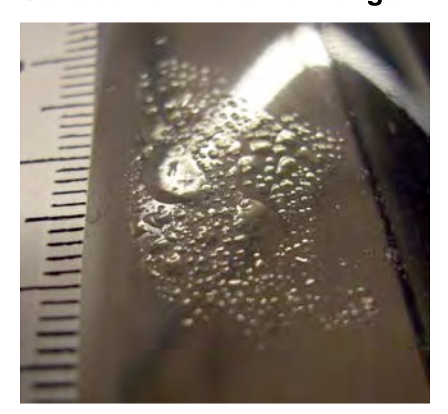


Abb.111: Unterrostung der Verchromung

Einige verchromte Zierleisten - auf der gezeigten Fotografie diese beim Fenster des Beifahrers – weisen eine Pustelbildung auf, die vermutlich von einer Unterrostung des Stahlblechs herrühren. Diese Schäden werden in der vorliegenden Diplomarbeit nicht restauriert. Als Lösungen dürften eine Neuverchromung, wenn möglich partiell, oder die Bestellung eines Originalen Neuteils nahe liegen.

Gummiabdichtungen




Abb.112: Versprödete Gummiabdichtungen

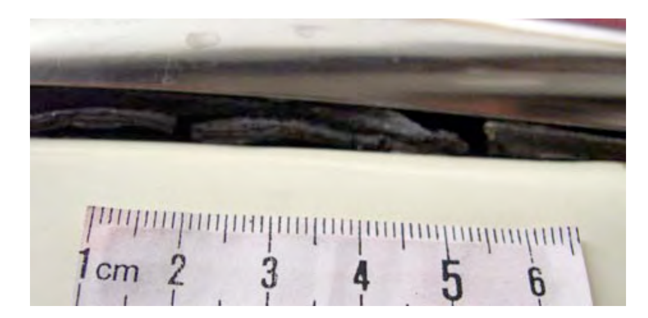


Abb.113: Gummiabdichtung am Heckfenster

Einige Gummiabdichtungen sind teilweise so stark degradiert, dass sie auseinander brechen, andere sind stark versprödet. Die Degradation dürfte mit der Auswanderung von Weichmachern zusammenhängen. Eine Regenerierung von Gummi und wieder einbringen von Weichmachern ist schwierig bis unmöglich. Durch die undichten Gummiteile ist das Fahrzeug natürlich nicht mehr Wetterfest. Dies könnte ein massgebliches Kriterium sein für oder gegen die Anerkennung der Motorfahrzeugkontrolle zum Veteranenstatus. Die in höchstem Masse versprödete und dem Zerfall nahe Gummidichtung des Heckfensters wurde deshalb in den USA als neuwertiges Originalteil bestellt.

Korrosion im Innern

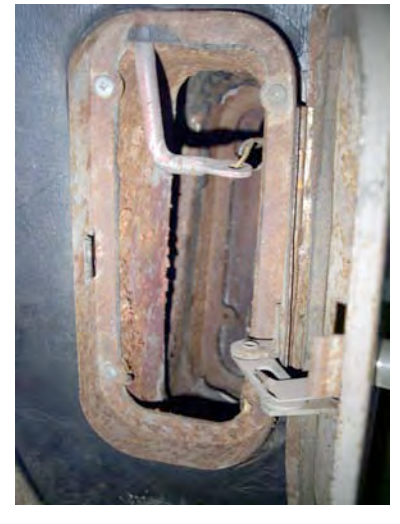


Abb.114: Rostbildung im Innern des Lüftungsschachts



Abb.115: Fortgeschrittene Rostbildung im Kofferraum

Einige Bilder über die flächige Rostbildung an einigen Stellen lassen nichts gutes Ahnen. Das hier gezeigte linke Bild zeigt das Innere des rechten Lüftungsschachtes. Das rechte Bild stammt von der Einfassung des Kofferraumdeckels.

6. Untersuchungen am Fahrzeuglack

6.1 Mikroskopie, FTIR-Spektrometrie, REM und RAMAN-Spektrometrie

6.1.1 Methoden

Mikroskopie (Auflicht)

Als eine der geeignetsten Methoden zur Untersuchung eines Fahrzeuglackes und von Beschichtungen im Allgemeinen dient die mikroskopische Betrachtung und allfällige Analyse anhand von Querschliffen der Lackproben. Dabei können die ggf. übereinander liegenden Lackschichten klar erkannt und getrennt werden. Allerdings lässt sich, wie im vorliegenden Fall des Studebakers, nicht zwingend darauf schliessen, dass es sich, auch wenn originale Lackierungen vorhanden wären, immer um den historisch „authentischen“ Lackaufbau handelt, da einzelne oder auch mehrere Lackschichten vor einer Neu- oder Reparaturlackierung abgelaugt oder abgeschliffen worden sein können.
Das grösste Problem ist zum einen die zerstörungsfreie Probenahme, was praktisch unmöglich ist, zum anderen Probenahmen über den gesamten Lackaufbau. Die Haftfestigkeit einzelner Schichten kann unterschiedlich sein, sodass sich Diese bei der Entnahme entweder gleich auftrennen oder wie im Fall von Grundierungen gar nicht erst lösen lassen. Um ein klares Bild über den Lackaufbau eines Objektes zu erhalten, sollten zudem jeweils Proben an verschiedenen Stellen, sowohl für die Mikroskopie, als auch für die anschliessenden chemischen Untersuchungen entnommen werden.

FTIR-Spektrometrie

Als geeignete Methode zur chemischen Untersuchung von Proben – insbesondere organischer Anteile – erweist sich die Infrarotspektrometrie, bei der durch Bestrahlung im Infrarotbereich bestimmte Absorptionsbanden funktioneller Gruppen in der Probe resultieren. Diese können mit Referenzspektren bestimmter Stoffe oder Stoffgemische verglichen und dementsprechend ausgewertet und interpretiert werden.
Als eines der Probleme im Fall des Fahrzeuglackes war die grosse Bandbreite an möglichen Bindemittel und deren Vermischung untereinander im Bereich der Fahrzeuglacke. Die relativ hohe Anzahl von Proben verschiedener Lacksysteme und deren Auftrennung in Füllerschicht und Decklack erschwerte und erhöhte die Anzahl Messungen zusätzlich. Bei Überlagerungen in bestimmten Wellenlängenbereichen lassen sich zudem keine klaren Aussagen machen über andere Funktionellen Gruppen in diesem Bereich.
Die in der vorangegangenen Semesterarbeit vereinfachte Untersuchung und deren Aussagen mussten grösstenteils revidiert werden.

Rasterelektronenmikroskopie

Durch die Rasterelektronenmikroskopie lassen sich zum Einen sehr detaillierte Bilder kleinster Phasenbereiche von Proben darstellen, zum Anderen kann durch eine Zusatzfunktion über Bestrahlung mit Elektronen und der Messung der Emission mit Hilfe eines Detektors gesagt werden, welche anorganischen Bestandteile die Probe aufweist. Dies war besonders in Bezug auf Füllstoffanteile oder allfällige anorganische Pigmente aufschlussreich.

Bedampfung der Proben: Typ: Carbon (rod) evaporation coater Cressington 108 Carbon/A.

SEM Instrument:	Typ: CamScan CS4 Cambridge Scanning Company Ltd (1984)
	Vacuum Probekammer: 10^{-4} bis 10^{-6} mbar
	Bereich Anregungsspannung: 5 – 30 kV
	Detektoren: SE (Everhart-Thrornley); BSE (Robinson); EDS (Si(Li)-type)
EDX System	Typ: Noran Instruments, Model No: 960G-1SSS
	Specified Resolution for Mn: 143 eV

RAMAN-Spektrometrie

Die Raman-Spektrometrie gilt als komplementäre Methode zur IR-Spektrometrie, wurde im Fall dieser Diplomarbeit aber hauptsächlich zur Stützung und Kontrolle der Ergebnisse der Rasterelektronenmikroskopie (EDX) gebraucht. Durch den Ramaneffekt lassen sich molekulare Schwingungen nachweisen, die nicht IR-Aktiv sind. Durch Streuung einer Trägerwellelänge entsteht eine Wechselwirkung zu den molekularen Schwingungen. Die Trägerwellenlänge wird in Form eines monochromatischen Laserstrahls im VIS aus der Lichtquelle des Spektrometers emittiert. Typische Wellenlängen sind 532 nm (grün, Nd/YAG Laser), 632nm (rot, He-Ne Laser), 782nm (diode laser) und 1064 nm (Nd/YAG). [Wülfert S., S. 17, 1999]

6.1.2 Resultate

6.1.2.1 Originallackierung

Im Verlauf der Diplomarbeit hat sich die Vermutung der Semesterabeit leider bestätigt, dass es sich bei der sichtbaren Lackierung des Fahrzeuges – trotz anfänglicher Beteuerung von Besitzerseite – nicht mehr um die authentische Originallackierung handelt.



Abb.116: Original- (Probe P03) und Neulackierung im Vergleich

Nach der Demontage einer verchromten Zierleiste neben dem hinteren rechten Fenster konnte darunter die Original-lackierung gefunden werden (Probenahme P03).

Die Farbdifferenz zwischen originaler Lackierung (braunrot, Bildmitte) und der heute sichtbaren Neulackierung (rot, unterer Bildrand) ist deutlich zu erkennen.

Das heisst, dass bei der Neulackierung die Zierelemente lediglich abgeklebt und abgedeckt wurden. An den gefundenen Resten des Originallacks konnten Proben (P02 und P03) entnommen und Querschliffe hergestellt werden.

Mikroskopie



Abb.117: Probenahme P02

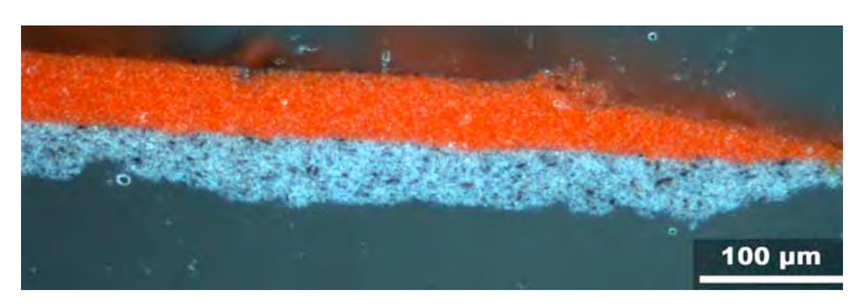


Abb.118: Querschliff der Probe P02, PPL bei 20facher Vergrösserung

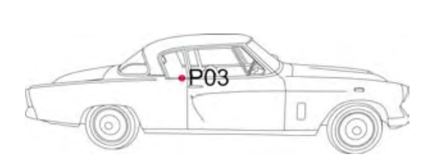


Abb.119: Probenahme P03

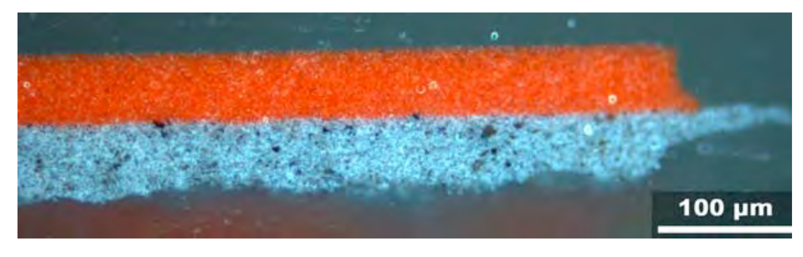


Abb.120: Querschliff der Probe P03, PPL bei 20facher Vergrösserung

Der Vergleich der beiden Querschliffe der Originallackierung zeigt deren identischen Aufbau mit Füllerschicht (grau) und Decklack (rot). Eine Grundierung war bei beiden Proben nicht zu finden. Aufgrund der höheren Haftfestigkeit am Substrat (Blech), hat sich bei der Probenahme die Füllerschicht getrennt.

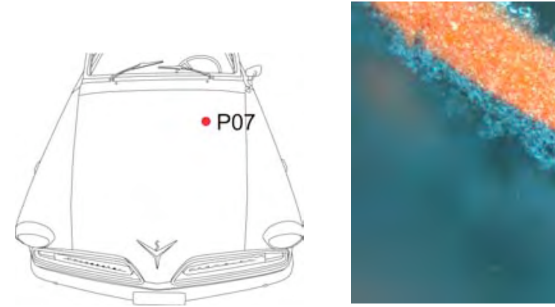


Abb.121: Probenahme P07b

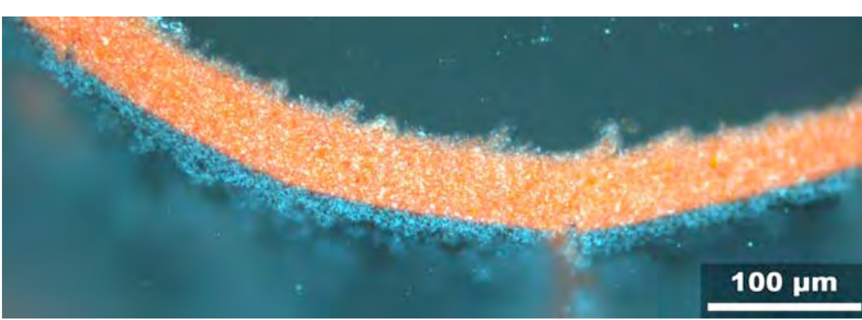


Abb.122: Querschliff der Probe P07b, PPL bei 20facher Vergrösserung

Die Probe P07b wurde beim Primärschaden auf der Motorhaube entnommen und zuerst als Rostschutzgrundierung der Reparaturlackierung interpretiert. Bei Betrachtung des Querschliffs unter dem Mikroskop wurde schnell klar, dass es sich noch um Reste des Originallacks handeln muss. Sowohl FTIR-Untersuchung zum Bindemittel, als auch die Pigmentanalyse unter dem Rasterelektronenmikroskop stützten diese Vermutung.

FTIR-Spektrometrie

Decklack:



Abb.123: Originale Decklacke im Vergleich mit Referenzspektrum

Es kann also gesagt werden, dass es sich bei beiden Proben des originalen Decklacks um chemisch identische Stoffe handelt. Ein kurzöliges Alkydharz als Referenzspektrum weist sehr ähnliche Absorptionsbanden auf.

Füllerschicht:



Abb.124: Originale Füllerschicht im Vergleich mit Referenzspektren

Eine klare Aussage über das Bindemittel der Füllerschicht (grau) der beiden Proben des Originallackes gestaltet sich schwieriger. Auffallend ist vor allem, dass die beiden Spektren der Proben untereinander differieren. Möglicherweise waren, da es sich um Stoffgemische handelt, bei der Untersuchung der Probe einige Füllstoffanteile bei der einen Probe schlicht nicht vorhanden, was bei der Betrachtung der Morphologie der grauen Füllerschicht auf den mikroskopischen Aufnahmen auch als plausible Erklärung dienen kann.

Rasterelektronenmikroskopie – EDS

P02: Mikroskopisch und nach FTIR identisch mit P03, daher keine Analyse

P03: Decklack: Pigmente: Cadmiumrot

P07b: Decklack: Pigmente: Cadmiumrot

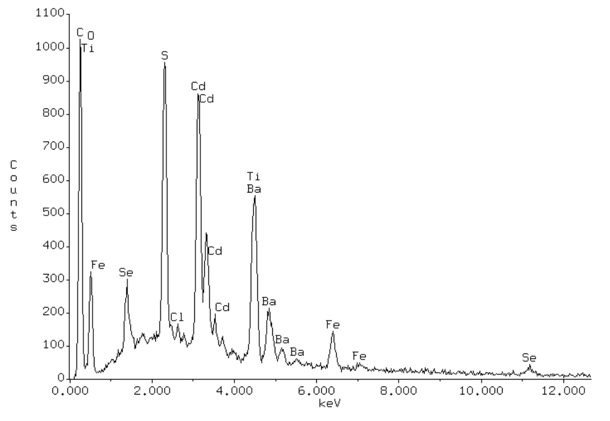


Abb.125: REM EDS des Decklacks von Probe P03

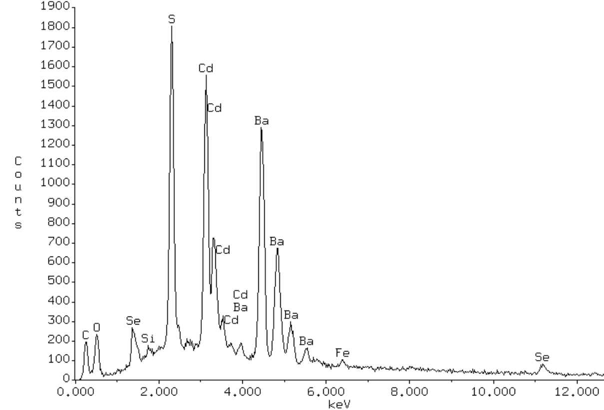


Abb.126: REM EDS des Decklacks von Probe P07b

Cadmiumsulfidselenid (rot): Cd(S,Se) mit $BaSO_4$, **Cadmiumsulfid (gelb): CdS** mit $BaSO_4$
Cadmium als Metall ist seit 1817 bekannt. Die mineralische Form dieser Cadmiumpigmente findet sich als Greenoktit oder Hawleyit als gelbe Beschichtung auf dem Zinksulfid Sphalerit. Ab 1840 wurde die gelbe, ab 1910 auch die rote Modifikation des Pigments industriell produziert. In gelber bis oranger Form liegt es als Cadmiumsulfid (CdS), tief orange bis rot als Cadmiumsulfidselenid Cd(S,Se) vor. Beide können mit $BaSO_4$ gestreckt als Lithopone verwendung finden [Fiedler I., Bayard M., 1986, Seite 65 f.]. Viele Patente zur Herstellung von Cadmiumrot wurden in den 30er und 40er Jahren angemeldet. Neben der Kunstmalerei wird das Pigment vor allem als Gummifarbe und als hitzeechte Emailfarbe gebraucht und soll zur Pigmentierung von Kunststoffen sehr geeignet sein [Kittel H., 1960, Seite 201]. Die jährliche Produktion des Pigmentes beträgt 9'000 Tonnen und wird heute (1986) zu 75% in der Kunststoffproduktion und zu jeweils 10% in der Keramikindustrie und zur Oberflächenbeschichtung verwendet [Fiedler I., Bayard M., 1986, Seite 70].

6.1.2.2 Reparaturlackierung

Aufgrund des Fundes der originalen Lackierung kann gesagt werden, dass es sich beim sichtbaren Lack am gesamten Fahrzeug um eine Neu- resp. Reparaturlackierung handelt. Lilo Pulver schreibt in den Memoiren zum Fahrzeug über insgesamt neun Unfälle. Diese Aussage erschien bereits in der Semesterarbeit als verdächtig, weil damit auch von einigen Beulen und Lackschäden auszugehen war, die offensichtlich repariert worden sein müssen. Insbesondere der rechte vordere Kotflügel weist gegenüber der restlichen Lackierung relativ deutliche Farbdifferenzen auf. Für genauere Aussagen darüber wurden daher wiederum Proben an diversen Stellen entnommen und untersucht:

<u>**Mikroskopie**</u>

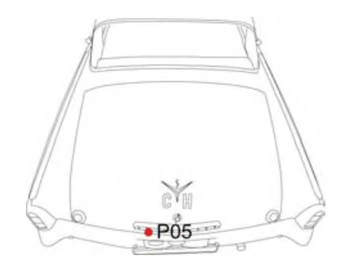


Abb.127: Probenahme P05

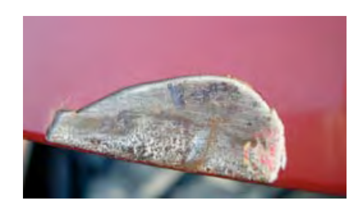


Abb.128: Schaden am Kofferraum, Probenahme P05



Abb.129: Querschliff der Probe P05, PPL bei 10facher Vergrösserung

Abbildung 129 zeigt den Querschliff der Probe P05 am Kofferraumdeckel bei 10facher Vergrösserung. Gleichzeitig stellt P05 leider den einzigen Querschliff dar, der über den gesamten Lackaufbau genommen werden konnte – dies aufgrund der korrosiven Loslösung der Grundierung am Blech. P05 zeigt den Lackaufbau über 0.7 Millimeter mit Grundierung (Korrosion), Füllerschicht, Vorlack und Decklack.

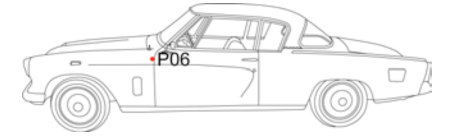


Abb.130: Probenahme P06



Abb.131: Querschliff der Probe P06, PPL bei 10facher Vergrösserung

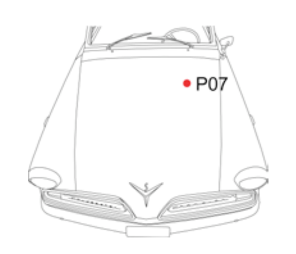


Abb.132: Probenahme P07

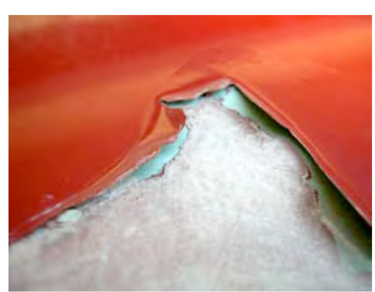


Abb.133: Detail des Primärschadens Motorhaube mit Abblätterung und Probenahme P07



Abb.134: Querschliff der Probe P07, PPL bei 20facher Vergrösserung mit rotem Decklack, hellgrauem Vorlack und der Abblätterung in der weissen Füllerschicht mit teilweise grossen Füllstoffanteilen (–› Vermiculit ?)

Probe P07 wurde an der Aufblätterung des Primärschadens auf der Motorhaube entnommen und zeigt nur den oberen Teil des Lackaufbaus mit der Auftrennung in der Füllerschicht. Gut zu erkennen ist dabei im Vergleich der beiden Bilder der Querschliffe der Proben P06 und

P07 mit P05, dass sowohl Füllerschicht wie Vorlack einen unterschiedlichen Lackaufbau zeigen. Neben der differierenden Farbe von Füllerschicht und Vorlack weist die Morphologie der Füllerschicht von Abbildung 129 und 131 gegenüber Abbildung 134 längliche graue Körner auf. Der unterschiedliche Lackaufbau wurde in der Semesterarbeit anhand einer Fotografie fälschlicherweise damit erklärt, dass die vermeintlich originale Lackierung von einzelnen Karosserieteilen und deren Zusammenbau nicht am selben Ort in der Fabrik statt gefunden haben könnte. Inzwischen ist allerdings klar, dass es sich bei beiden gezeigten Abbildungen um einen Reparaturlack handelt. Der unterschiedliche Lackaufbau, die typischen Schadensbilder auf der Motorhaube, die chemischen Zusammensetzungen und die Schichtdickenmessungen weisen deshalb darauf hin, dass es sich bei Motorhaube und Kofferraum um zwei verschiedene Reparaturlackierungen handeln muss.

FTIR-Spektrometrie

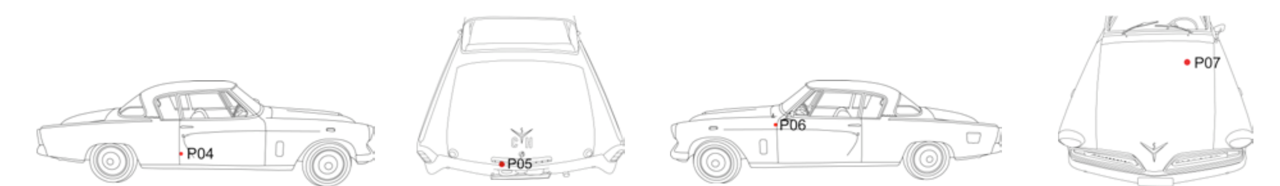


Abb.135-138: Lokalisierung der Probenahmen für die FTIR Untersuchungen des Reparaturlackes.

Decklack:

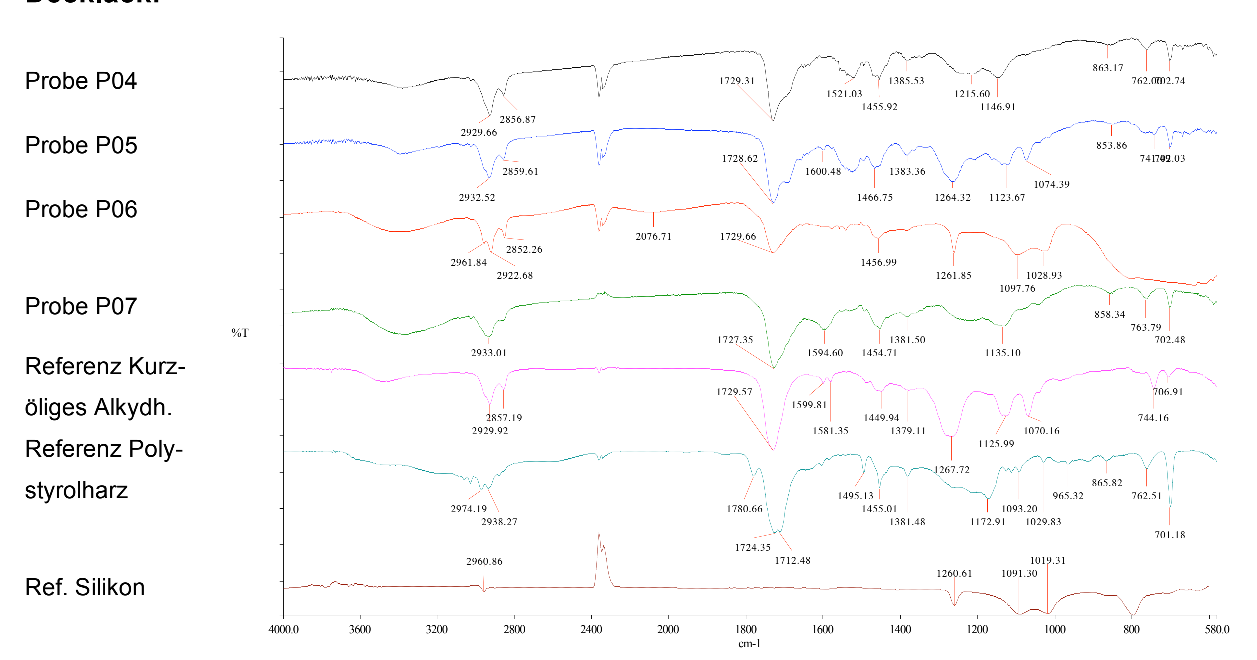


Abb.139: Proben Decklack Reparaturlackierung im Vergleich mit Referenzspektren

Die FTIR-Spektren im Vergleich mit den Referenzspektren zeigen, dass es sich bei allen Decklacken bis auf P06 grundsätzlich um das gleiche Bindemittel handeln muss. Alle Proben weisen mit den Peaks um 2918 cm^{-1} und 2856 cm^{-1} der CH_2 Bindungen und 1729 cm^{-1} für

C=O Bindungen auf die Anwesenheit von Öl. Die Peaks für den Nachweis von Phtalsäure in Alkydharzen liegen bei 1267 cm^{-1} (C-O-C), 1125 cm^{-1} (C-O) und 1070 cm^{-1} (aromatische CH-Verbindung). Diese Peaks sind nur in Probe P05 zusammen zu finden. Bei P05 handelt es sich also mit grosser Wahrscheinlichkeit um ein styrolisiertes Alkydharz. Styrolisierte Alkydharze fanden ab 1957 weite Verbreitung. Ihre Vorteile lagen in der Wetterbeständigkeit, Chemikalienresistenz und schnellen Antrocknung. Als Nachteil wird eine gewisse Kratzempfindlichkeit angegeben [Balke S. et al., S. 335, 1960]. Die grosstechnische Herstellung der mit dem Monomer des Styrols modifizierten Alkydharze begann ab 1945. Aufgrund der hohen Oberflächenempfindlichkeit soll deren Anwendung aber auf den Grundierbereich reduziert gewesen sein. Die Bedeutung der styrolisierten Alkydharze, deren Höhepunkt in den späten 50er Jahren lag, hat heute (1978) stark abgenommen. Auf dem Gebiet der Chassislacke haben sie dabei viel Terrain verloren [Biethan U. et al., S. 618, 1978]. Für wetterfeste Deckanstriche sollen aber auch geeignete Typen zur Einbrennung auf dem Markt gewesen sein [Wagner H., Sax H.-F., S.120, 1971] . Anscheinend waren Styrolalkydharze insbesondere für die Autoreparatur in Decklacken vorgesehen, haben sich aber aufgrund der Oberflächenempfindlichkeit nicht durchgesetzt [Deninger W., Patheiger M., S. 229, 1971]. Der Einbau von Styrol in Alkydharze lieferte die durch Wasserfestigkeit und schnelle Trocknung ausgezeichneten styrolisierten Alkydharze. Die Vielzahl möglicher Komponenten lässt jedoch die Schwierigkeiten der Analyse von Alkydharzen erkennen [Gulinsky E., Schmülling E., S. 860, 1957].

Eine Erklärung der fehlenden funktionellen Gruppen für den Nachweis der Phtalsäure des Alkydharzes liefert ein etwas neuerer Artikel über die künstliche Alterung von Acrylurethan und Alkyd Beschichtungen. Die Tests mit UV-Alterung, Hitze, Feuchtigkeit und SO_2-Atmosphäre haben dort gezeigt, dass das Alkydsystem unter säurehydrolytischer Degradierung der Phtalatreste mit einer Auskreidung reagierte. Dies zeigte sich in einer Ausbreitung der Absorption in den Carbonylregionen, einem Verlust der Intensität sowohl der Absorptionsbanden von C=C Bindungen (1640 cm^{-1}), als auch die der C=O Bindungen (1740 cm^{-1}) und C-O Bindungen (1260 cm^{-1}) der Esterbindungen der Phtalsäure [Perrin F.X. et al., S. 469 f., 2000]. Ob dies eine Erklärung für die schwachen Banden bei den Proben P04 und P07 sein kann bleibt fraglich. Fest steht, dass in allen Proben sowohl Öl, als auch Styrol nachgewiesen werden konnte. Diese Kombination ist eigentlich nur in den erwähnten styrolisierten Alkydharzen möglich.

Probe P06 zeigt neben typischen Banden für Styrol diejenige für Silikon. Die Anwesenheit von Silikon bei P06 könnte damit erklärt werden, dass bei der Präparation für die Messung geringste Rückstände eines silikonhaltigen Poliermittels gemessen wurden. Allerdings wäre es auch möglich, dass es sich dabei um einen silikon-modifizierten Alkydharzlack handelt, die eine sehr gute Wetterbeständigkeit, Kreidungsresistenz und Glanzhaltung aufweisen und

im Reparatursektor Anwendung gefunden haben, allerdings insbesondere bei Schiffanstrichen (US-Spezifikation der NAVY) [Biethan U. et al., S. 618, 1978].

Füller:

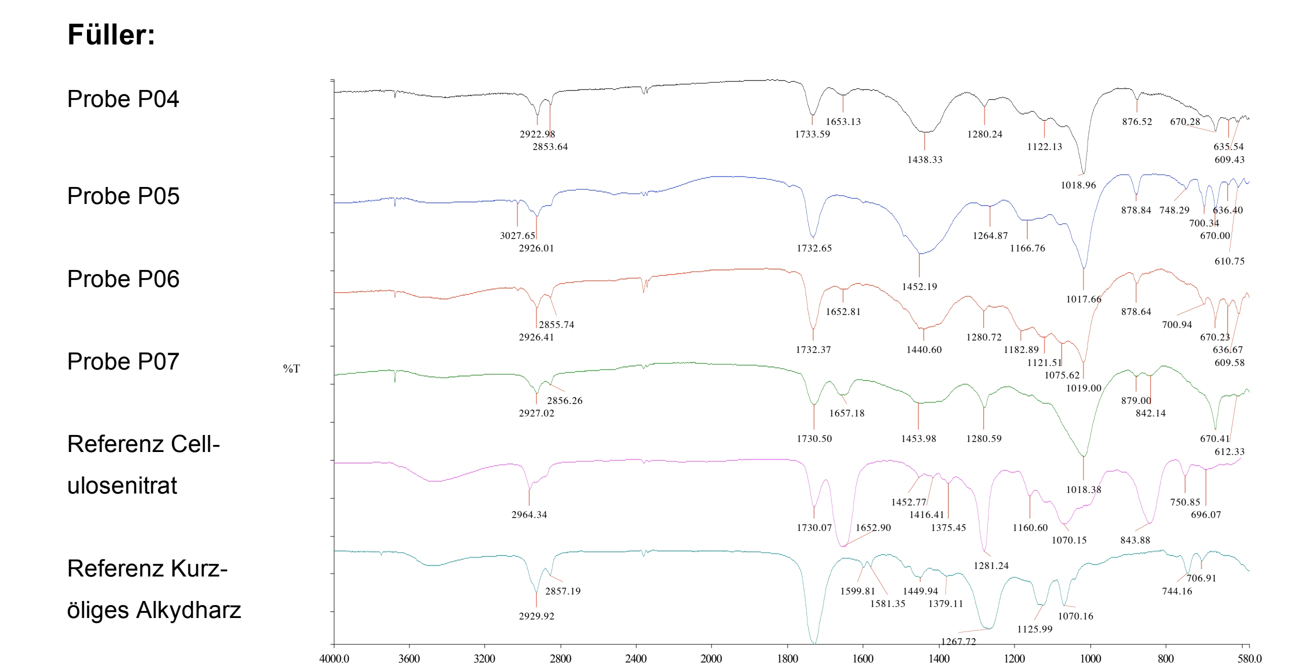


Abb.140: Füllerschicht der Proben der Reparaturlackierung im Vergleich mit Referenzspektren

Die Spektren aller Proben sind bis auf wenige Abweichungen alle weitgehend identisch. Die Referenzspektren von Nitrocellulose und einem kurzöligen Alkydharz weisen die ähnlichsten Absorptionsbanden auf. Es ist deshalb davon auszugehen, dass es sich auch hier (gemäss der Füllerschicht des Originallackes) um ein Bindemittel auf Basis einer Mischung aus Cellulosenitrat und Alkydharz handelt - den sogenannten Nitrokombilacken.

Rasterelektronenmikroskopie – BSE und EDS

P05: Decklack: Keine Untersuchung

Füllerschicht: Füllstoffe: Kaolin und Quarzmehl

P06: Decklack: Pigment: Molybdatrot/Chromrot/Mineralfeuerrot

Füllerschicht: Pigmente: Titanweiss, Zinksulfid

Füllstoffe: Silicium, Vermiculit (Talkum), Baryt, Dolomit, Kaolin, Calciumcarbonat

Molybdatrot/Mineralfeuerrot: $PbCrO_4$ x $PbMoO_4$ ist chemisch mit den Chromgelbpigmenten verwandt und unterscheidet sich durch den Einbau des Farblosen Bleimolybdat. Es galt lange als Ersatz für die teuren Cadmiumpigmente – ist heute aber aufgrund des Bleis und der Chromate gesundheitsschädlich und nur schwer erhältlich [Kremer-Pigmente, 2007, Mineralfeuerrot].

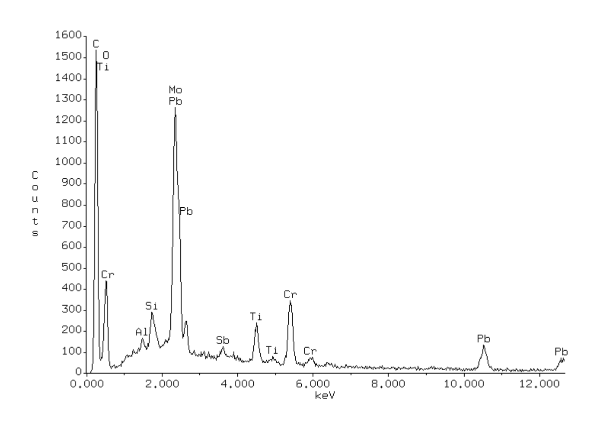


Abb.141: Absorptionsbanden im REM EDX

Künstliches Molybdatrot Orange erschien 1934 erstmals auf dem Amerikanischen Markt. Die Produktion von Chromrot steigerte sich in den USA von 1960 bis 1970 massiv und fand aufgrund seiner Brillianz und dem niedrigen Preis in grossem Masse Anwendung in der Beschichtungsindustrie [Ziobrowski B., S. 375 f., 1973]. BASF stellt unter dem Namen Sicomin jedoch Bleimolybdatpigmente als Pigmente für Lack zur Verfügung [BASF, 2005, EVP 008505d].

Füllerschicht

Baryt $BaSO_4$, Calciumcarbonat $CaCO_3$, Zinksulfid ZnS, Titanweiss TiO_2, Talkum (Vermiculit?) $Mg_6(Si_8O_{20})(OH)_4$, Kaolin $(Mg, Fe^{3+},Al)_6[(Si,Al)_8O_{20}]$ $(OH)_4$ x nH_2O

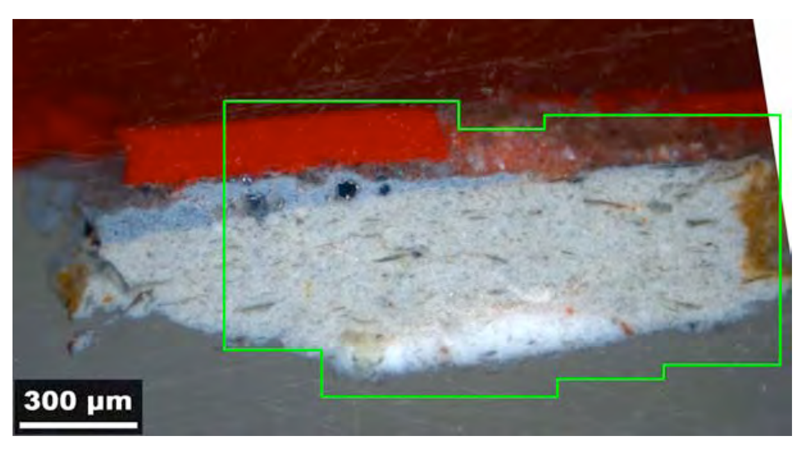


Abb.142: Querschliff von Probe P06 mit Ausschnitt von Abb.131, PPL bei 5facher Vergrösserung

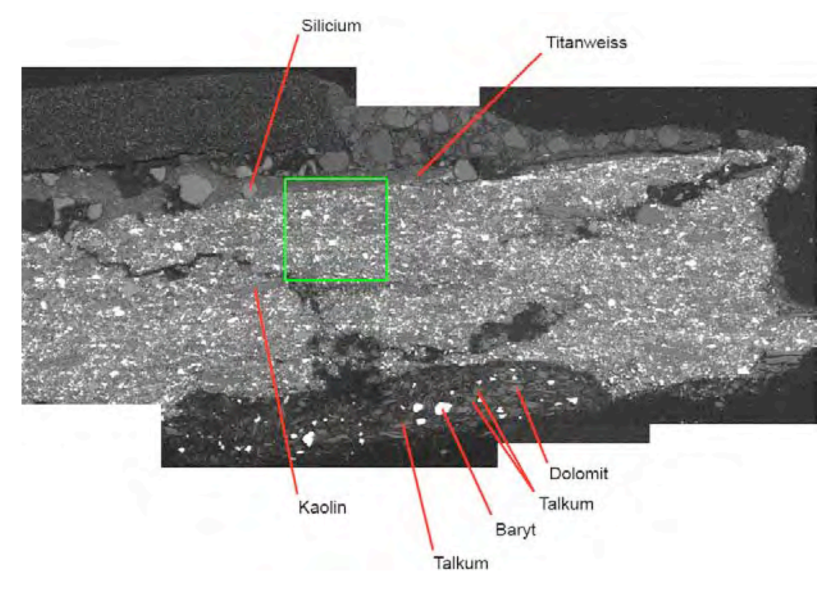


Abb.143: REM BSE von Probe P06 bei 150facher Vergrösserung, mit Ausschnitt von Abb.131

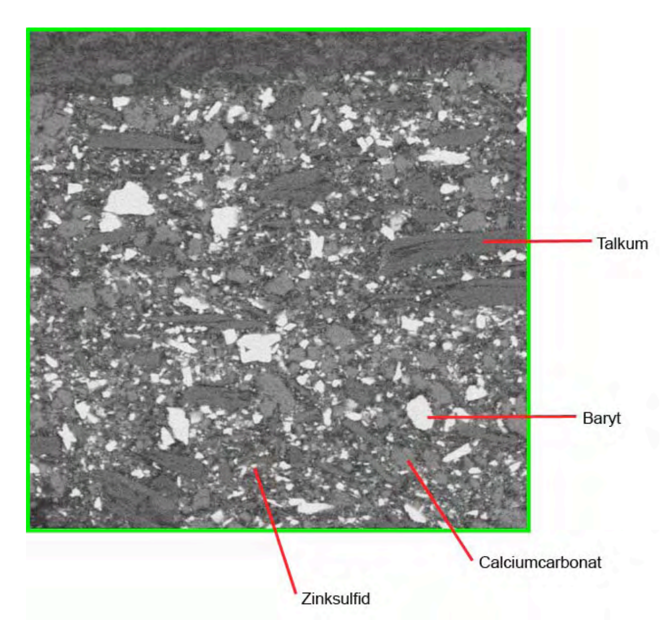


Abb.144: Aussschnitt der Füllerschicht von P06 bei 5000facher Vergrösserung

Bis auf den Vermiculit, gehören alle analysierten Füllstoffe zu anorganischen Substanzen, die als gewöhnliche Anteile in Beschichtungsstoffen betrachtet werden können und deren Aufgabe es ist, die Beschichtung räumlich mit Gerüstmaterial zu füllen und damit die mechanischen Eigenschaften einer Beschichtung zu beeinflussen [BASF, S. 168/169].

Beim hier beschrifteten Talkum handelte es sich nach den ersten REM Interpretationen um das Schichtsilikat/ Tonmineral Vermiculit. Der Rohvermiculit (Blähglimmer) wird industriell exfoliiert (expandiert). Der Rohstoff wird dabei schockartig auf mindestens 300 °C erhitzt, wobei das gespeicherte Kristallwasser verdampft und sich der Vermiculit um das 30fache ausdehnt [Deer W.A. et al., S. 377 f., 1992]. Der industriell geblähte Vermiculit findet vor allem als Dämmstoff im Brand- und Lärmschutz, aber auch als Zuschlag in Putzen, Farben seine Anwendung [Wärmedämmstoffe, Blähglimmer, 2007] Als Polster- und Saugmaterial wird er aufgrund seiner hohen inneren Oberfläche beim Transport von flüssigen Gefahrengütern benutzt. Des Weiteren im Gartenbau als Feuchte und Nässebinder [VTT, Vermiculit, 2007].

Molekulare Verteilung in Gew.-%:

Vermiculit: $(Mg, Ca)_{0.6-0.9}(Mg,Fe^{3+},Al)_{6.0}[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_4 \times nH_2O$

	Gemessene Werte	Mineralisch	**Exfoliiert**
MgO	**33.1**	22.6	**28.2**
Al_2O_3	**21.6**	15.4	**19.2**
SiO_2	**39.7**	34.0	**42.6**
SO_3	1.2	-	-
BaO	1.6	-	-
Fe_2O_3	**1.4**	8.0	**10.0**
H_2O^+	-	19.9	-

Die Daten des natürlichen mineralischen Vermiculits [Deer W.A. et al., S. 354, 1992] wurden für die Datenreihe des exfoliierten Typs umgerechnet, indem der Anteil des Kristallwassers auf die anderen Verbindungen übertragen wurde, wobei vor allem der Eisenanteil deutlich höher

als bei den gemessenen Werten liegt. Dass es sich bei den grossen Füllstoffanteilen im Füller um Vermiculit handelt, erscheint bei genauerer Betrachtung also doch als unwahrscheinlich.

P07a: Mikroskopisch und nach FTIR identisch mit P06, daher keine Untersuchung

P07b: Vermeintliche Grundierung stellte sich als Originallackierung heraus! Daher bei Originallackierung aufgeführt.

<u>Raman-Spektrometrie</u>

Um die Resultate der Untersuchung mit dem Rasterelekronenmikroskop zu stützen, wurden von Probe P07 sowohl der vermeintliche Vermiculit im Füller als auch die Pigmente im Decklack untersucht. Um eine genauere Aussage darüber machen zu können, ob es sich bei den Proben von Motorhaube (P07) und Kofferraum (P05), die auf den mikroskopischen Aufnahmen einen unterschiedlichen Lackaufbau aufweisen, möglicherweise um die gleiche Reparaturlackierung, jedoch mit unterschiedlichen Füllern handelt, wurden zusätzlich die beiden Decklacke miteinander verglichen.

Decklack

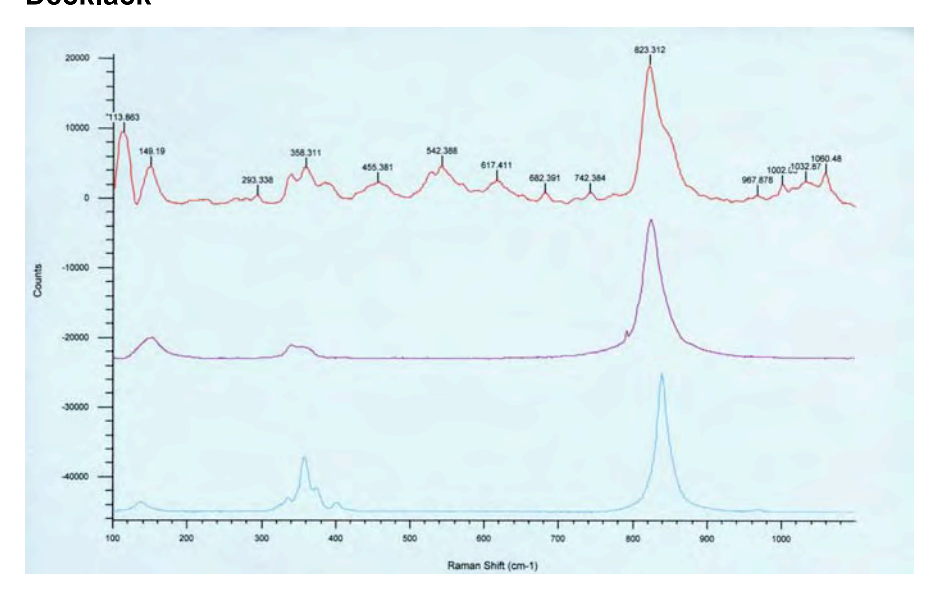


Abb.145: Decklack von P07 (rot) im Vergleich mit Referenzproben von Chromgelb (violett) und Chromrot (blau).

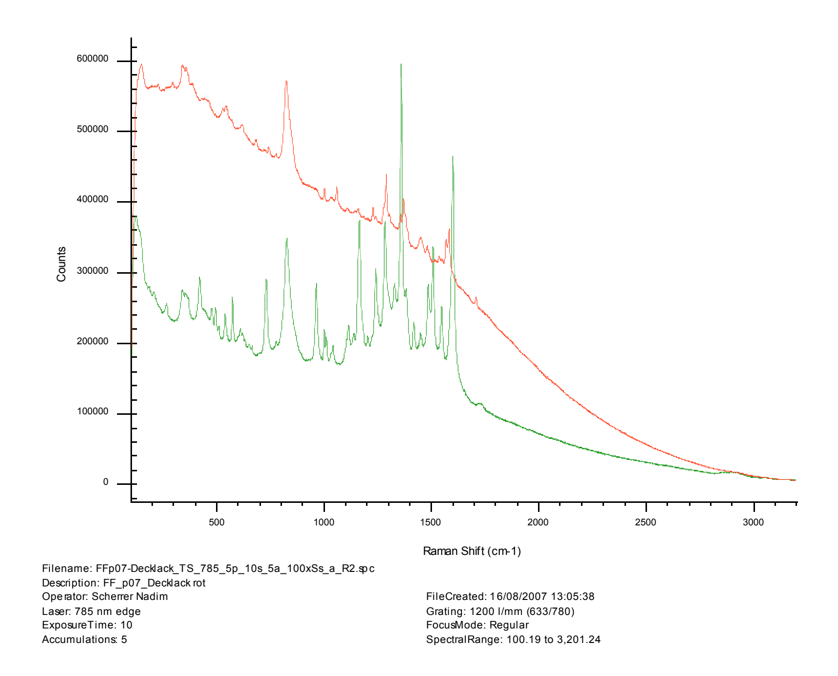


Abb.146: Raman-Spektren der Decklacke von P05 (grün) und P07 (rot) im Vergleich

Im Decklack von Probe P05 und P07 handelt es sich bei der Pigmentierung in beiden Fällen um ein Chromrot, dessen Peaks eine Übereinstimmung bilden – die unterschiedlichen Spektren weisen jedoch darauf hin, dass es sich um unterschiedliche Bindemittel handeln dürfte und es sich somit bei Motorhaube und Kofferraum, wie vermutet, um eine komplett andere Reparaturlackierung handelt.

Füller

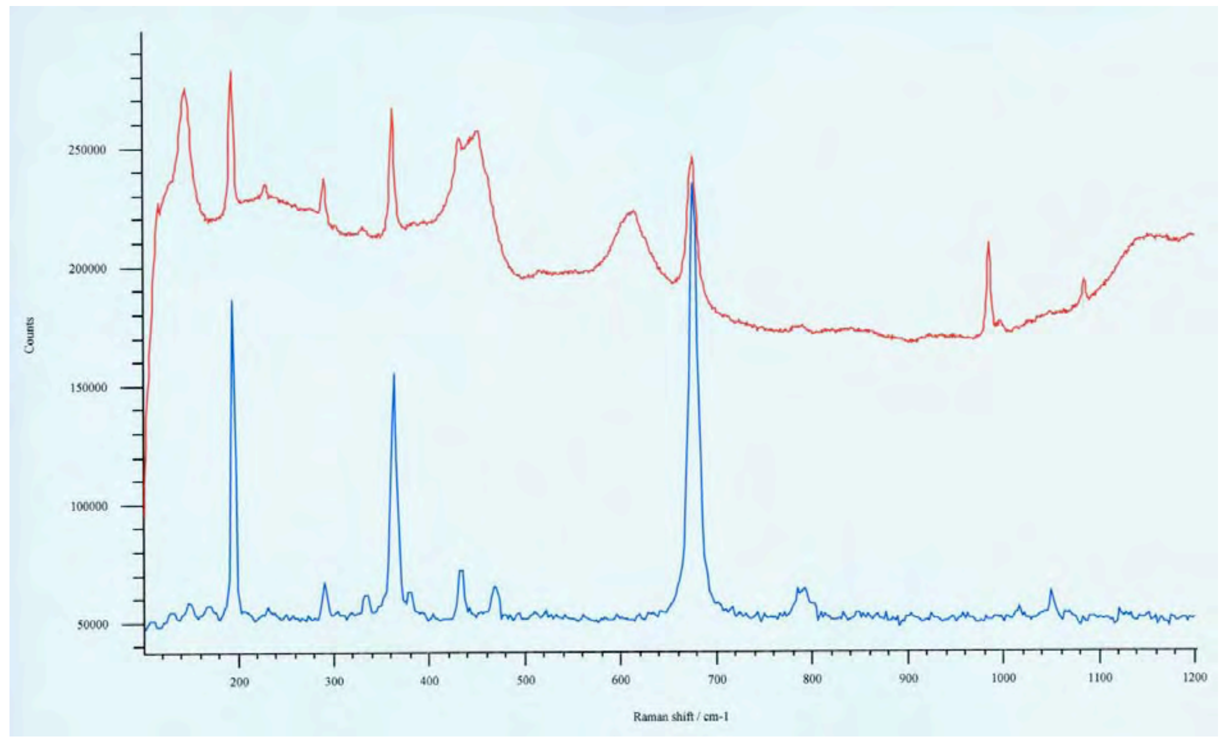


Abb.147: Füllerschicht von Probe P07 (Stoffgemisch) mit dem Referenzspektrum von Talkum (blau) im Vergleich

Anhand der Resultate des Raman-Spektrometers kann also abschliessend gesagt werden, dass es sich bei den grossen Füllstoffanteilen im Füller von Probe P07 (im Aufbau identisch mit P06) nicht wie beim Rasterelektronenmikroskop um Vermiculit, sonder eher um Talkum handeln dürfte – ebenfalls ein Mineral aus der Familie der Schichtsilikate.

6.1.3 Zusammenfassung und Diskussion

Bei den grossen Füllstoffanteilen im Füller der Proben P06 und P07 handelt es sich nach REM und RAMAN um ein Schichtsilikat. Die widersprüchlichen Resultate (REM: Vermiculit, RAMAN: Talkum) lassen die folgende Theorie über die Blasenbildung leider etwas diffus erscheinen: Falls es sich beim Füllstoff tatsächlich um exfoliierten – also industriell expandierten Vermiculit handelt, könnte dieser aufgrund seiner hohen inneren Oberfläche verhältnismässig viel Feuchtigkeit speichern (ein drittel des Eigenvolumens [VTT, Vermiculit, 2007]). Dass diese Feuchtigkeit bereits bei der Lackierung in die Füllerschicht eingebracht wurde scheint deshalb unwahrscheinlich, weil sich das Phänomen der Blasenbildung erst vor etwa zehn bis fünfzehn Jahren entwickelte [Pulver G., 2006]. Wie im vorigen Kapitel bereits erwähnt ist es gemäss der Bildung von Osmoseblasen möglich, dass Wasser- oder Wasserdampf in eine Beschichtung eindringen kann. Hätte sich diese im Schichtsilikat gespeichert, könnte sie bei höheren Temperaturen möglicherweise auch wieder in den gasförmigen Zustand gebracht, und durch Dampfdruck die bekannten Blasen gebildet haben. Warum sich das Phänomen nur gerade lokal auf der linken oberen Seite der Motorhaube ausgebildet hat, obwohl gemäss mikroskopischen Untersuchungen die ganze Frontpartie und vermutlich auch die Seiten mit diesen grobkörnigen Schichtsilikaten im Füller versetzt sind, bleibt unklar. Die Erhitzung der Motorhaube wird im folgenden Kapitel 6.5 anhand einer Thermografie Kamera genauer untersucht. Die Temperaturen von 300 °C, die für das Austreiben des Kristallwassers bei natürlichem Vermiculit benötigt werden, können über den Betrieb des Fahrzeuges jedenfalls bei Weitem nicht erreicht – um dies vorwegzunehmen.

Eine weitere Unsicherheit ist die Interpretation zum Bindemittel der Reparaturlacke. Leider erschwert auch die Vielzahl der Messungen und die Tatsache, dass es sich jeweils um Stoffgemische handelt, eine klare Interpretation. Da aber relativ früh entschieden wurde, auf moderne und bewährte Lacksysteme für die Retuschen zurückzugreifen, wurde die Auswertung in ihrem jetzigen Stadium abgeschlossen, um weitere Untersuchungen und die konkrete Restaurierung und Konservierung nicht weiter aufzuhalten.

6.2 Schichtdickenmessungen

Mit Hilfe eines Schichtdickenmessgerätes wurde punktuell das gesamte Fahrzeug vermessen. Dies ergab eine Kartierung mit tausenden von Einzelmessungen, die zur besseren Veranschaulichung in ein graphisches Bild jeder Seite des Fahrzeuges umgesetzt wurden.

Methode

Gemessen wurde mit dem Schichtdickenmessgerät eXacto Typ FN mit interner Sonde. Das Gerät verfügt sowohl über ein magnet-induktives Messverfahren für Messungen auf Stahl, als auch über ein Wirbelstromverfahren für Messungen auf Nichteisenmetallen. Damit können Schichtdicken von 0 bis 2000 µm gemessen werden. Nach jeweils etwa 100 Messungen wurde das Gerät kalibriert, wobei nach Hersteller Messunsicherheiten bis zu 3% des Messwertes auftreten können, bei der Kalibrierung jedoch nie so hoch waren.

Resultate

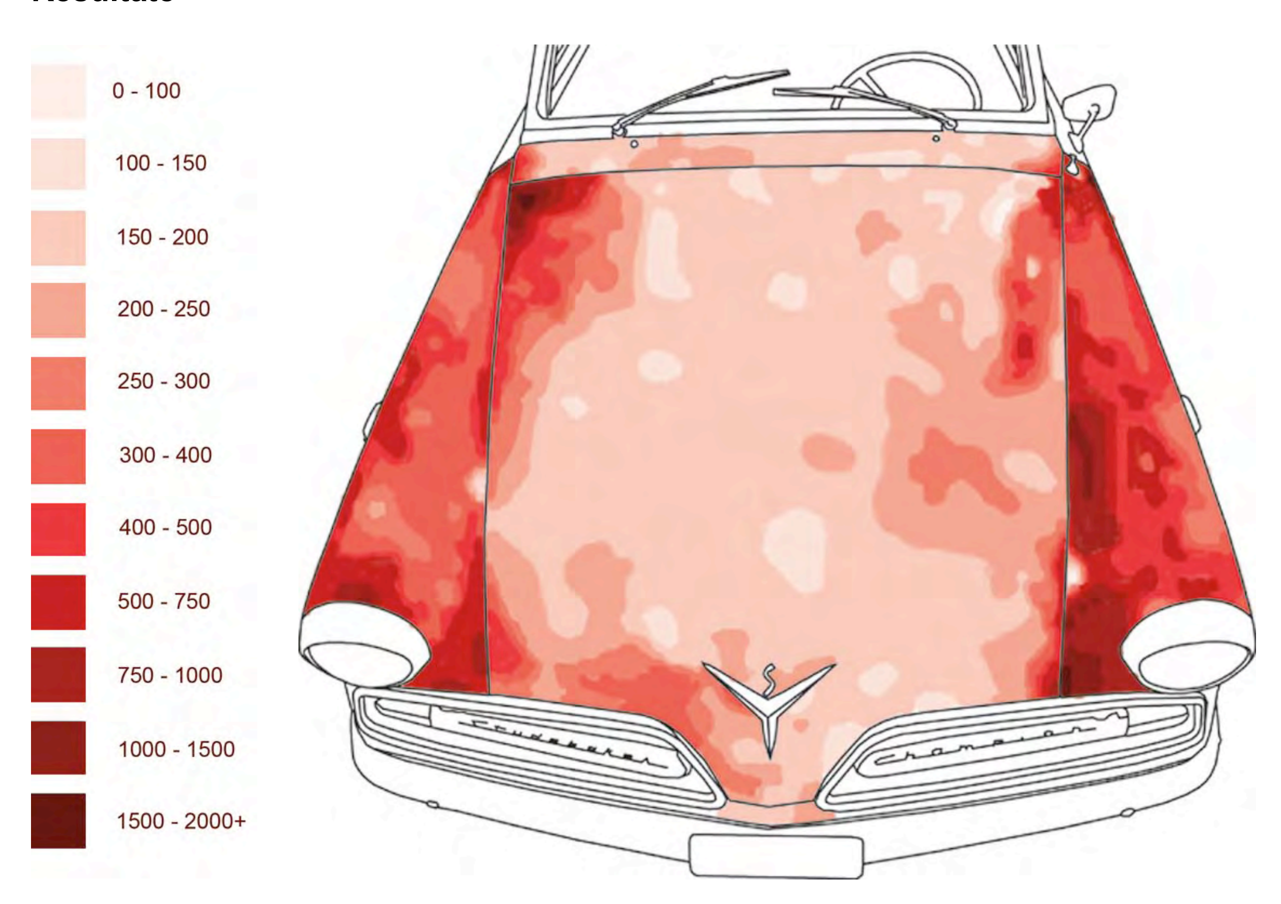


Abb.148: Schichtdicken der Front, Legende in µm

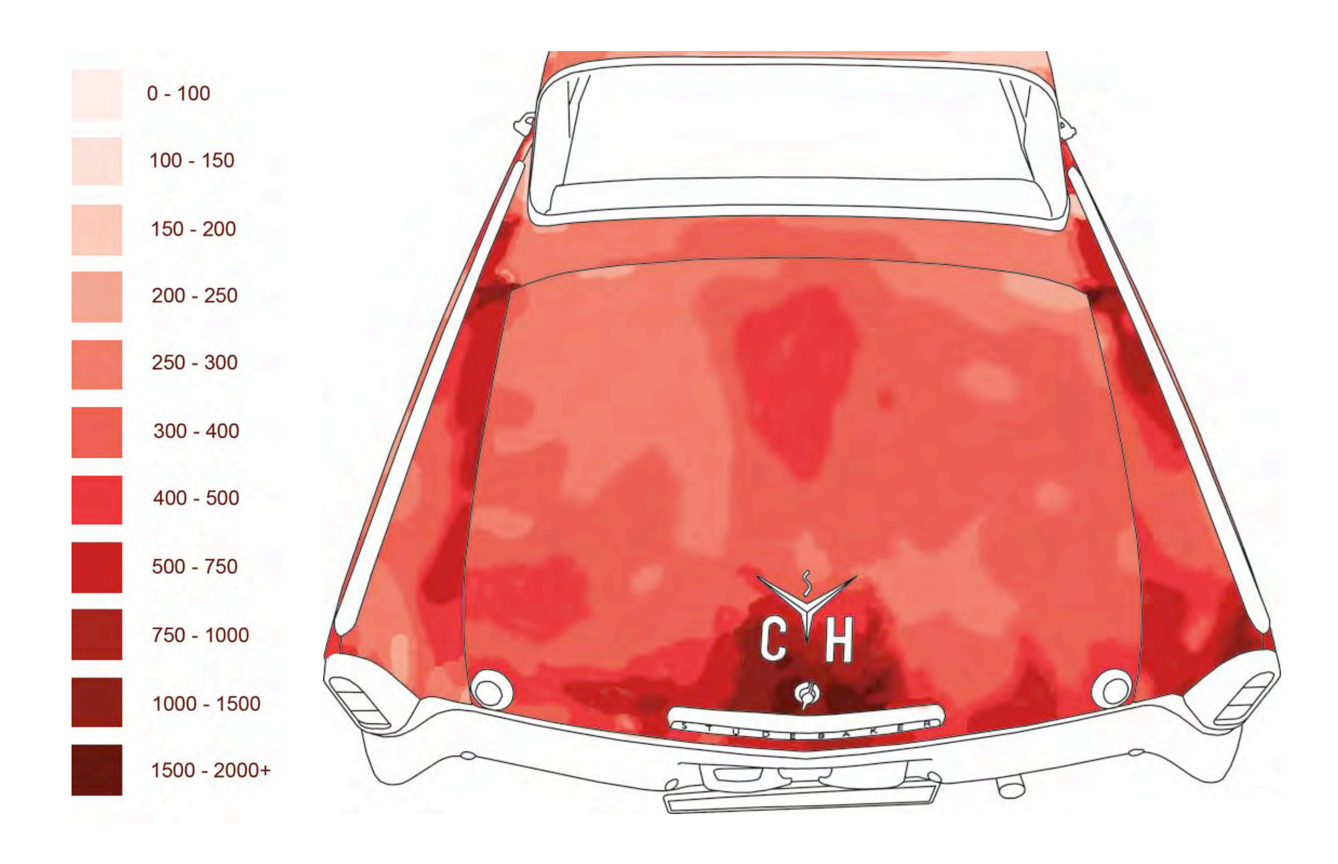


Abb.149: Schichtdicken am Heck, Legende in µm

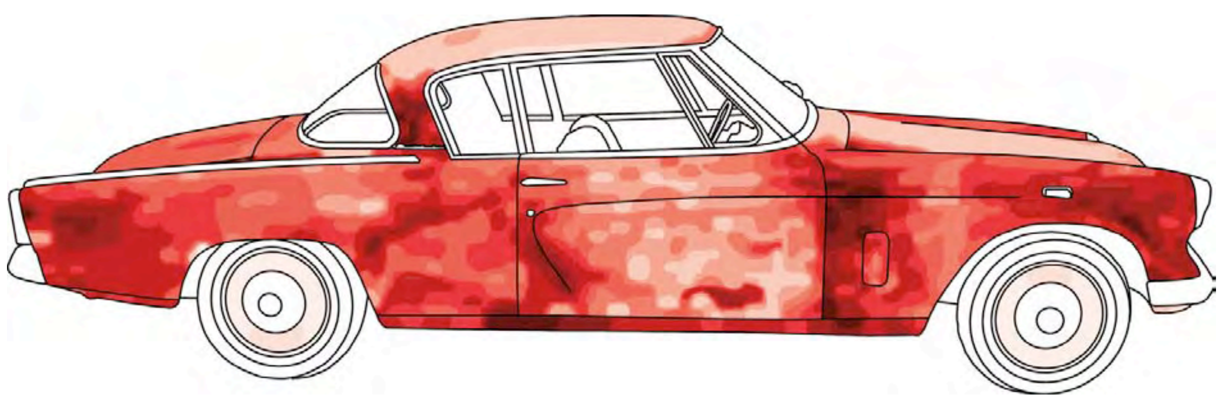


Abb.150: Schichtdicken rechte Seite

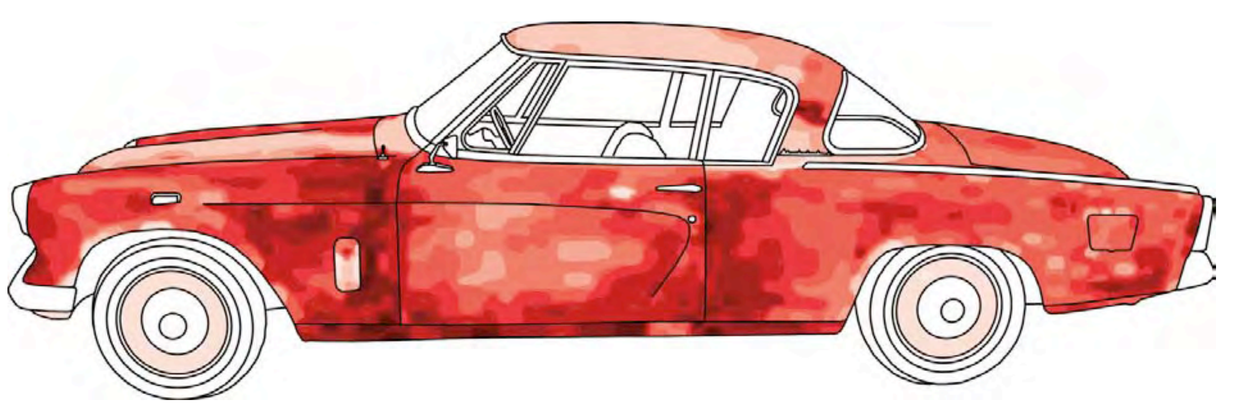


Abb.151: Schichtdicken linke Seite

Fazit und Diskussion

Die gemessenen Schichtdicken am Fahrzeug variieren zwischen 50 bis 2000+ µm (Mikrometer) – also 0,050 bis 2 mm (Millimeter). Eine Serienlackierung ab Fabrik beträgt heute zwischen 90 und 125 µm [Sydow K., S. 12, 2005]. Der gemessene Wert der ursprünglichen Serienlackierung (Originallackierung unter den Zierleisten) beträgt an unserem Fahrzeug rund 100 µm.

Eine normale Schichtdicke (im Sinne einer Serienlackierung) weist ansonsten lediglich das Dach und ein Grossteil der Motorhaube auf. Die beiden Flanken und das Heck zeigen grösstenteils erstaunlich hohe Schichtdicken, die einen zur Aussage verleiten könnte, dass sich darunter noch der Originallack befindet. Der relativ dünne Bereich an einigen Kannten (Kotflügel) lässt auf einen intensiveren Zwischenschliff der Füllerschicht schliessen. Da mit dem verwendeten Schichtdickenmessgerät nur absolute Werte von Substrat bis Oberfläche gemessen werden können, kann nicht gesagt werden, ob sich effektiv mehrere Schichten (ggf. Originallackierung) unter dem Reparaturlack befinden. Ein hochwertigeres Gerät der gleichen Firma soll die Schichtdicke angeblich noch in einzelne Schichten aufteilen können. Die mikroskopischen Aufnahmen am Heck belegen, dass sich zumindest dort weder originale noch andere Lackschichten unter dem sichtbaren Lackaufbau befinden. Erstaunlich aber, dass sich auf der Motorhaube mit den dünnsten Schichtdicken eindeutig noch die originale Decklackierung befindet (Kapitel 6.1.2.1, Originallackierung P07b) Leider können über allfällige punktuelle Reparaturen nach Unfällen und dergleichen, nur anhand der Schichtdickenmessung, keine eindeutigen Aussagen gemacht werden.

Des Weiteren wurden die Schichtdicken der Verchromung gemessen. Diese belaufen sich zwischen 15 und 50 µm. Interessant auch, dass einige Zierelemente aus Stahl, andere aus einem Nichteisenmetall (vermutlich Zinkblech) bestehen. Auf eine Kartierung der Verchromung wurde aufgrund des Fokus der Arbeit verzichtet. Auf die Daten kann aber bei Bedarf in den originalen Zeichnungen zur Schichtdickenmessung zurückgegriffen werden.

Schichtdickenmessung des Primärschadens

Die Verteilung der Schichtdicken des Primärschadens auf der Motorhaube wird auf der nächsten Graphik gezeigt. Die Legende ist in µm mit neuer Skalierung der Farben angegeben! Unter der abgelösten Lackschicht (hellere Zonen) befinden sich noch Reste des Füllers der Reparaturlackierung und darunter der Originallack. Schichtdicken zwischen 30 bis 90 µm. Rundherum die intakte Reparaturlackierung mit Schichtdicken zwischen 170 bis 250 µm (dunklere Zonen).

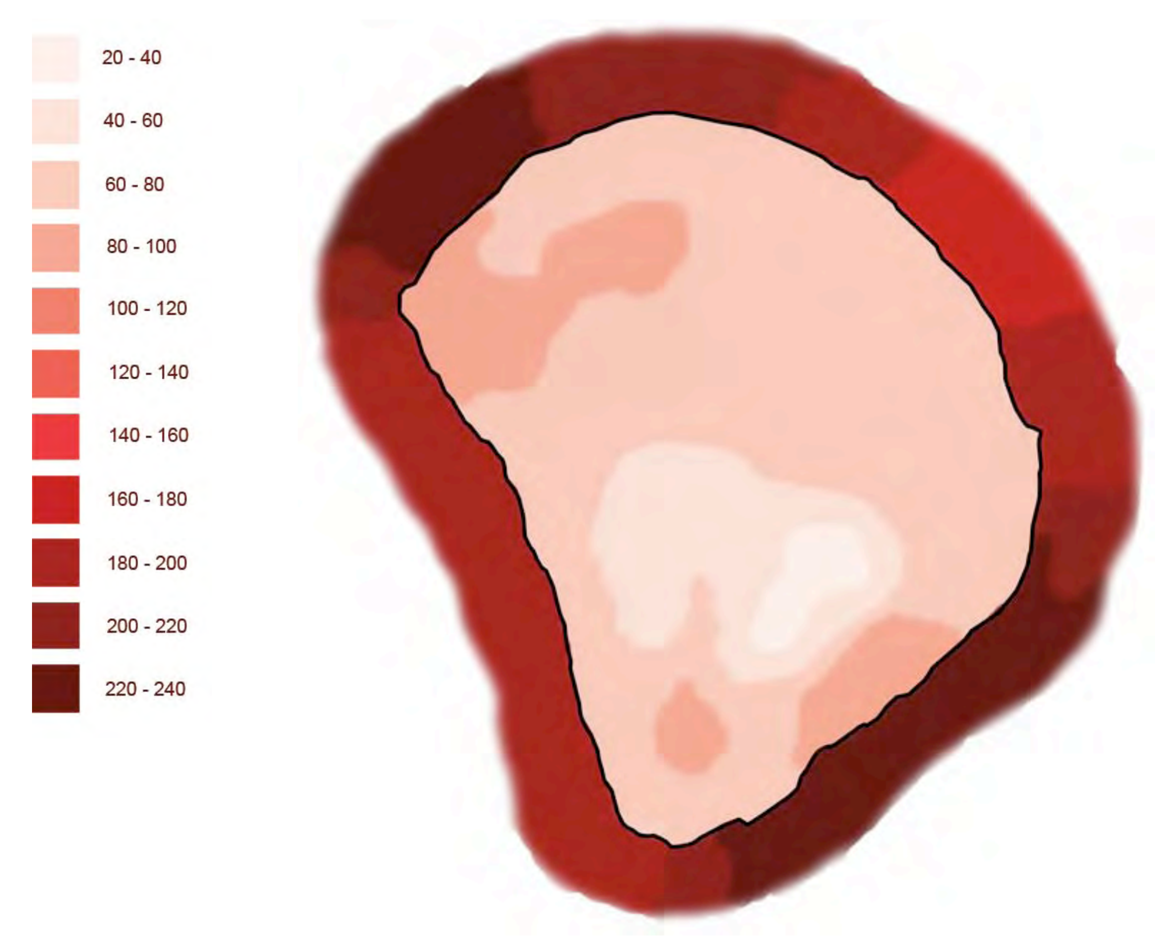


Abb.152: Grafische Umsetzung der Schichtdickenmessungen des Primärschadens



Abb.153: Fotografischer Vergleich des Primärschadens



Abb.154: Das Schichtdickenmessgerät bei der Messung des Originallackes

6.3 Glanz- und Farbmessungen

Mit den Glanz- und Farbmessungen wurde versucht, mögliche Differenzen am Lack zu erkennen und um daraus ggf. auf unterschiedliche Reparaturlackierungen oder Vergilbungen schliessen zu können. Der Wunsch, anhand dieser Werte einen Farbabgleich für die Nachmischung eines Decklacks für eigene Retuschen zu erhalten musste begraben werden, da keine Lackhersteller mit dem System L*a*b* arbeiten. Glanz- und Farbmessung können jedoch ein geeignetes Mittel sein für eine abschliessende Kontrolle von Reparaturlackierungen oder Retuschen.

In Anlehnung an deutsche Industrienormen gibt der Deutsche Verband der Automobilindustrie bestimmte Empfehlungen. In dieser VDA-Empfehlung 280-3 wird auf Glanz- und Farbmessungen an Unilackierungen eingegangen. Die wichtigsten Punkte werden folgend erwähnt. Detailliert sind sie im Anhang der Diplomarbeit zu finden.

6.3.1 VDA-Empfehlung 280-3

Ziel und Zweck: Die Empfehlungen sind Richtlinien für Mess und Auswertebedingungen zur gerätetechnischen Bestimmung von Farbunterschieden, angelehnt an DIN 53236-B.
Anwendungsbereich: hochglänzende, nichtfluoriszierende unilackierte Formteile.
Hochglanz: wird definiert mit Werten von mindestens 70 Einheiten bei einer Messung mit einem 20°-Reflektometer.
Messbedingungen: sind definiert über die Messungen mit Farbmessgeräten nach dem Spektralverfahren gemäss DIN 5033-4. Die Messgeometrie ist 45° (zirkular) / 0° bzw. deren Umkehrung 0°/45° (zirkular). Die farbmetrische Auswertung erfolgt für die Normallichtart D65, A und die Lichtart F11 nach DIN 5033 Teil 3 und den 10°-Normalbeobachter.
Messdurchführung: Die zu messende Oberfläche darf nicht verkratzt und muss staub- und fettfrei sein. Die Einzelmessungen sollten trend- und ausreissfrei sein. Die Mittelung ist aus mindestens 4 Einzelmessungen an möglichst verschiedenen Stellen erforderlich. Durch statistische Messwertkontrolle bei der Mittelwertbildung kann eine festgelegte Messunsicherheit sichergestellt werden.
Dokumentation: Probebezeichnung, Prüfdatum und Prüfer. Angaben zum Messgerät mit Messgeometrie und Messbedingungen. Die Farbkoordinaten sind den den Normen entsprechenden Koordinaten-Schreibweisen anzugeben.
Kalibrierung: Das Gerät muss entsprechend den Herstellerangaben ordnungsgemäss kalibriert sein.

6.3.2 Glanzmessungen

Methode

Gemäss der VDA-Empfehlung wurden am Lack diverse Glanzmessungen mit dem Glanzreflektometer micro-TRI-gloss der Firma BYK Gardner, mit Köcherstandard und 20°-Messgeometrie durchgeführt. Die Probestellen wurden vor der Messung gereinigt und entfettet.

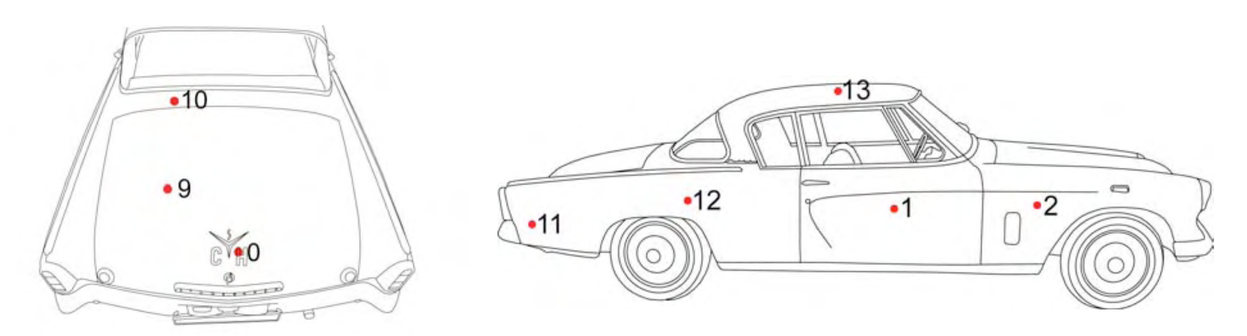


Abb.155 und 156: Messpunkte der Glanzmessung an Rückseite und rechter Flanke



Abb.157: Kofferraum mit demontierten Teilen und Messpunkt 0

Messpunkt 0 (linker Balken des H) beschreibt den Glanzgrad der Lackierung an einer Stelle, wie sie relativ unverfälscht nach der Reparaturlackierung und deren Polierung gewesen sein dürfte.

Die Stelle wurde bei der Demontage von Zierelement, CH und dem Kofferraumschloss entdeckt.

Bei der weissen Beschichtung handelt es sich um Reste von altem Poliermittel, die sich darunter angesammelt haben und leicht zu entfernen waren.

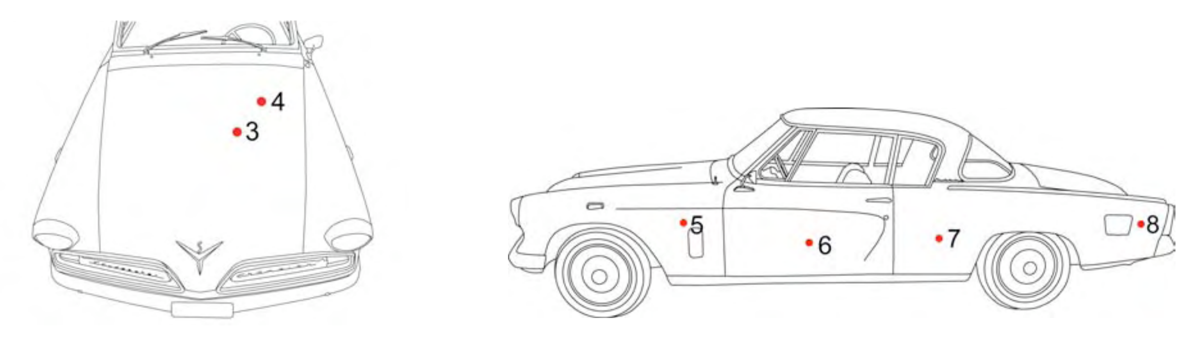


Abb.158 und 159: Messpunkte der Glanzmessung von Frontpartie und linker Seite

Resultate und Diskussion

Die folgenden Messwerte entsprechen dem Mittelwert aus jeweils 7 Messungen.

Messpunkt:	Glanzwert:
0	61.3
1	70.6
2	77.3
3	27.4
4	29.5
5	58.5
6	44.2
7	73.0
8	70.2
9	31.5
10	39.7
11	62.5
12	65.9
13	67.3



Abb.160: Glanzmessung

Die Werte für die Definition von Hochglanz (ab 70) wurden also nur an wenigen Stellen (Messpunkte 1, 2, 7, und 8) erreicht. Die tiefsten Werte erreichten mit Ausnahme von Punkt 13 die Messpunkte 3, 4, 9 und 10 – gemäss Graphik also Stellen in horizontaler Lage. Dies wäre damit zu erklären, dass solche Orte an einem Fahrzeug auch vermehrt Witterungseinflüssen und somit einer Glanzreduktion ausgesetzt sind.
Die Anwendbarkeit einer Farbmessung gemäss VDA-Empfehlung an hochglänzender Unilackierung ist also nur teilweise erreicht. Da sich die Empfehlungen aber auf Neuwagen beziehen und diese Werte nach einer Politur erreicht werden können, wurde mit den Farbmessungen weitergefahren.

6.3.3 Farbmessungen

Als ein Problem der Farbmessungen stellte sich heraus, dass die Oberflächen am Fahrzeug so gut wie nirgendwo absolut plan sind. Das heisst, dass es - je nach Grösse der Auflage-fläche des Spektralcolorimeters – an gewissen Stellen schlicht unmöglich war, eine seriöse Farbmessung auszuführen, weil durch die Krümmung der Karosserie ein Lichteinfall die Messung verfälscht hätte. Die Messstellen wurden deshalb so ausgewählt, dass solche Messungenauigkeiten weitestgehend ausgeschlossen werden konnten.

Farbsysteme und Kennzahlen

CIE L*a*b*

Für industrielle Anwendungen von Farben ist es wichtig, diese exakt zu messen und Farbunterschiede zu bestimmen. Ausschlaggebend für die Entwicklung des CIE

(Commission International de l'Eclairage) Systems war der Wunsch nach einem objektiven Weg der Farbbestimmung, die ohne Farbmuster auskommt. 1976 entwickelte sich aus dem bisherigen CIE-Diagramm das CIE L*a*b* heraus.

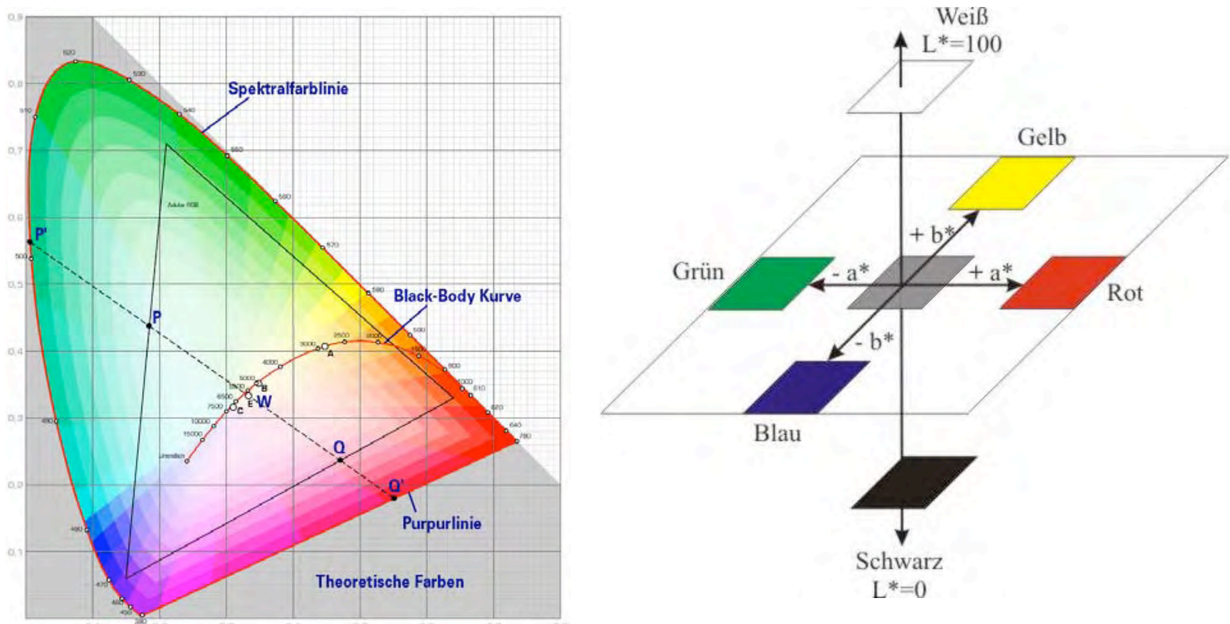


Abb.161: CIE-Normfarbtafel

Abb.162: CIE L*a*b* Farbkoordinaten

Der Vorteil des CIE Systems liegt darin, dass die Position jeder Farbe in Relation zu jeder Primärfarbe, unabhängig von der speziellen Beleuchtung berechnet werden kann [Kittel H., S. 43, 1998]. Die drei farbmetrischen Koordinaten (Farbwerte) X, Y, und Z der CIE-Normfarbtafel wurden in drei neue Grössen überführt, die als L*, a* und b* bezeichnet werden. L* beschreibt dabei die Helligkeit von 0=Schwarz bis 100=Weiss, a* die Rot-Grün-Achse von -100=Grün bis +100=Rot und b* die Blau-Gelb-Achse von -100=Blau bis +100=Gelb [Silvestrini N., Fischer E., Seiten 171 und 172, 1998]. Auf eine nähere Erklärung der Umrechnungen der Farbwerte X, Y und Z in die Werte L*a*b* wird hier nicht eingegangen.

Farbdifferenzen: ΔE-Werte

Um Farben und deren L*a*b*-werte untereinander zu vergleichen dient der ΔE (Delta E) Wert, der Farbdifferenzen definiert. Die Farbdifferenz ΔE ergibt sich aus der Wurzel der Quadratsumme der Farbdifferenzen der einzelnen Farbkoordinaten zweier Farbtöne.

Differenzen der einzelnen Farbkoordinaten:

$\Delta L^* = \Delta L^*_1 - \Delta L^*_2$

$\Delta a^* = \Delta a^*_1 - \Delta a^*_2$

$\Delta b^* = \Delta b^*_1 - \Delta b^*_2$

Ein positiver ΔL^*-wert bedeutete demnach als Beispiel ein hellerer, ein negativer Δa^*-wert ein grünerer und ein positiver Δb^*-wert ein gelberer Farbton (gemäss Abbildung 162 der CIE L*a*b*-Farbkoordinaten)

Absolute Farbdifferenzen:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Das menschliche Auge soll Farbdifferenzen ab $\Delta E = 0.3$ [Wülfert S., Seite 32, 1998] oder ab $\Delta E = 1$ noch wahrnehmen können. Dies liegt wohl wortwörtlich im Auge des Betrachters.

ΔE-Wert	Bewertung
0.0 bis 0.2	nicht wahrnehmbar
0.2 bis 0.5	sehr gering
0.5 bis 1.5	gering
1.5 bis 3.0	mittel
3.0 bis 6.0	deutlich
über 6.0	stark

[URL: http://farbe-computer.de/kapitel26.html]

Farbtoleranzen für Automobillackierungen: Unilackierungen (DIN 6175-1)

Da sich die Farbtoleranzen der erwähnten DIN-Norm hauptsächlich auf die Lieferung von fertigen Lackprodukten beziehen, lässt sich diese nur beschränkt auf die Reparatur durch Mischfarben übertragen. In Bezug auf die Reparaturlackierung ist folgendes vermerkt:

Bei der Reparaturlackierung von Automobilen sollten die reparierten an die Lackierung grenzenden Flächen oder Teile des Automobils gegenüber der gereinigten vorhandenen Lackierung einen 2fachen Wert der in Tabelle 1 festgelegten Toleranzen nicht überschreiten. Bei einer Trennung der Reparatur- und Originallackierung durch Sicken, Zierleisten, Hohlräume usw. darf diese Toleranz verdoppelt werden. Der Zahlenwert des Metamerie-Index (nach DIN 6172) von Reparaturlackierungen gegenüber Originallackierung sollte bei Testlichtart A den Zahlenwert des Farbabstandes ΔEa^*b^* nicht überschreiten. [DIN 6175-1, S. 3, 1999]

Durch die Einteilung unterschiedlicher Farbtoleranzen in Farbbereiche wird das Verfahren leider sehr verkompliziert indem die beiden Farben in der CIE-Normfarbtafel zuerst lokalisiert und abgegrenzt werden müssen, bevor über die erwähnte Tabelle die entsprechende Toleranz errechnet werden kann. Die erwähnte Tabelle legt die Farbdifferenzen ΔEa^*b^* für verschieden Farbtöne zwischen $\leq 0{,}3$ und $\leq 0{,}9$ fest. Dies bedeutet also für Farbtoleranzen

der Reparaturlackierung Werte zwischen ≤ 0,6 und ≤ 1,8 bei unmittelbarer Reparatur-/Originallackgrenze und ≤ 1,2 und ≤ 3,6 bei der Trennung durch eine Zierleiste oder ähnliches. Der Autor ist bestrebt, diese Farbdifferenzen mit seinen Retuschen zu unterbieten, was eine allfällige Kontrolle dann zeigen würde.

NCS (Natural Color System)

Das NCS-System ist neben RAL und PANTONE eines der wenigen weltweit verwendeten Farbsysteme und greift auf ca. 1700 Farbmuster zurück. Das System wurde vom Scandinavian Colour Institute ab 1946 entwickelt und beruht auf dem „Natürlichen System der Farbempfindung“ das vom deutschen Physiologen Ewald Hering 1874 veröffentlicht wurde [NCS – The Natural Color System, Geschichte, 2004].

Die NCS-Farbmuster werden durch den NCS-Code geordnet und bezeichnet und bilden den NCS-Farbraum. Als Basis gelten die sechs „Elementarfarben“ Weiss (W), Schwarz (S), Gelb (Y), Rot (R), Blau (B) und Grün (G).



Abb.163: Elementarfarben des NCS-Systems

Die NCS-Codes bestehen aus zwei Teilen: Der Nuancenbezeichnung (Nuance) und der Farbton-bezeichnung (Hue). Dem NCS-Code vorgestelltes S bedeutet, dass der Farbton in der zweiten und heute (2007) aktuellen Auflage des NCS-Systems definiert ist (**S**econd Edition).

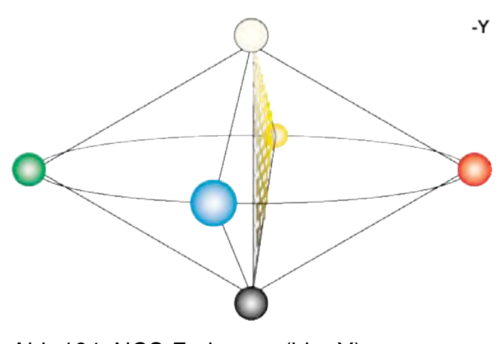


Abb.164: NCS-Farbraum (hier Y)

Der Farbraum definiert zwei Achsen: Die horizontale Achse entlang der Elementarfarben und die vertikale unbunte Achse von Schwarz bis Weiss. Ebenen, die senkrecht zur unbunten Achse stehen, bilden die Farbkreise. Ebenen, welche die unbunte vertikale Achse enthalten die sogenannten Farbdreiecke.

Der Farbkreis zeigt den horizontalen schnitt durch den Farbraum, wobei jeder Quadrant in 100 gleiche Stufen unterteilt ist, von denen

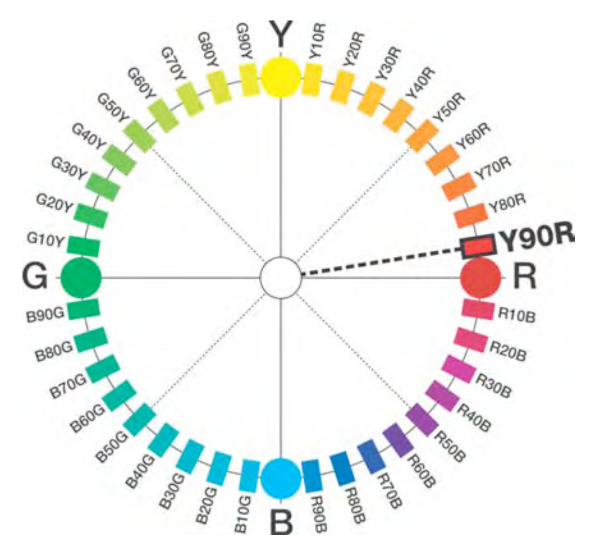


Abb.165: NCS-Farbkreis

jede 10te gezeigt wird.

Im Farbkreis wird der Hue-wert (Buntton) definiert. In diesem Fall der Wert Y90R – ein Gelb mit 90% Rotanteil.

Reine Grautöne haben keinen Buntton und erhalten Nuancenbezeichnungen mit –N für Neutral. Es werden NCS-Grauskala-Farbmuster von 0300-N (Weiss) bis 9000-N (Schwarz) zur Verfügung gestellt.

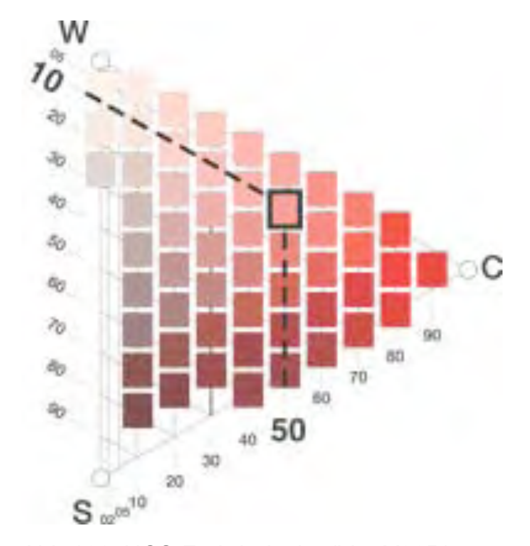


Abb.166: NCS-Farbdreiecke (hier Y90R)

Das Farbdreieck als vertikaler schnitt durch den Farbraum bilden die Grauskala von Schwarz (S) bis Weiss (W) mit dem maximalen Buntanteil (C) – in der Abbildung Y90R. Im Dreieck wird die Nuance bezeichnet – in diesem Falle **S 1050 Y90R**.

Wobei S für Second Edition, 1050 den Nuance-Wert mit **10% Schwarz- und 50% Buntanteil**, und Y90R den Hue-Wert (Farbton) mit **Y (Gelb) mit 90% Rotanteil** definiert [NCS- The Natural Color System, Das NCS-System, 2004].

RAL

RAL stand ursprünglich für **R**eichs-**A**usschuss für **L**ieferbedingungen und hat seit 1925 die Funktion, Normungen für verschiedene Farben, die im Maschinenbau oder der Bauindustrie Verwendung finden zu klassifizieren.

Die Farbpalette von RAL Classic beinhaltet lediglich 210 Farben, die für viele Farben- und Lackhersteller als Basis ihrer Produkte dienen und dem Kunden anhand einer Definition mit Nummerierung den Umgang vereinfachen sollen.

Ab 1993 wurde mit dem RAL Design System mit einem Farbensatz von 1688, das dem Prinzip von CIE L*a*b* folgt, das Angebot erweitert [RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V, 2007].



RAL 3001 signalrot



RAL 3002 karminrot



RAL 3003 rubinrot

Abb.167: Eine Auswahl, dem Studebaker ähnlicher RAL-Farben

Methode

Die Farbmessungen wurden mit verschiedenen Farbmessgeräten durchgeführt. Für Messresultate im Farbsystem L*a*b* wurden die Spektralcolorimeter Minolta CM 2002 und Spectrolino benutzt. Für Messresultate im NCS-Farbsystem das Gerät Konica Minolta CECF-9. Die L*a*b* Farbwerte wurden anschliessend mit einer Software digital in RGB und CMYK Farbwerte umgerechnet.

Minolta CM 2002:
Messgeometrie d/8° mit Glanzausschluss, Farbsystem L*a*b*, Beobachter 10°, Lichtart D65



Abb.168: Farbmessung mit Minolta CM 2002

Spectrolino:
Messgeometrie 45°/0°, Filter D65, Farbsystem L*a*b*, Beobachter 10°, Lichtart D65

Minolta CECF-9:
Messgeometrie d/8° ohne Glanzausschluss, Farbsystem NCS, Beobachter 10°, Lichtart D65, Farbabweichungen: ++=ΔE a*b* > 3.0, +=ΔEa*b* zwischen 1.5 bis 3.0, ohne Symbol=ΔEa*b* < 1.5 (sic! – die schlechtesten Werte werden mit ++ bezeichnet).

Softwareprogramm:
Demoversion „Digitaler Farbatlas“, Version 3.0 der Firma Dtp Studio zur Umrechnung von L*a*b*-Werten in zahlreiche standardisierte Farbsysteme (RGB, CMYK, RAL) oder solche von Farbherstellern.

Messpunkte am Fahrzeug:

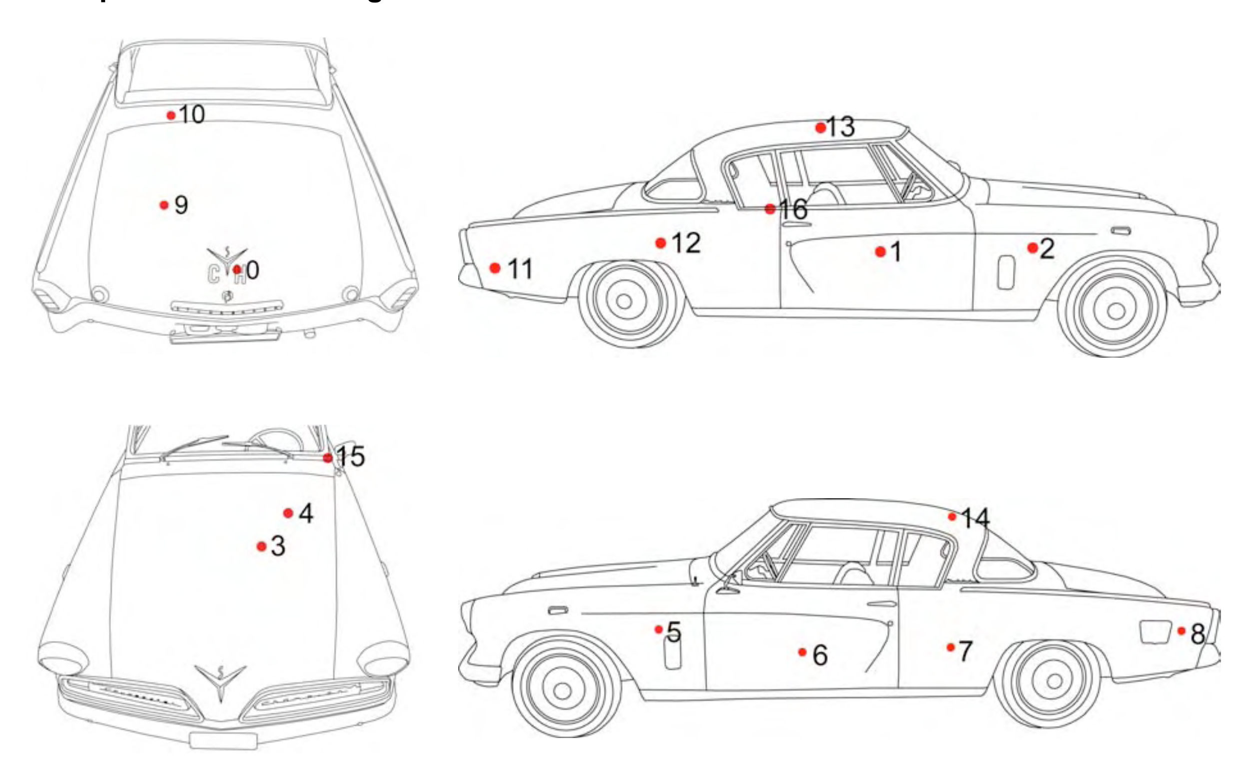


Abb. 169 bis 172

Bei Messpunkt 0 handelt es sich wiederum um eine Messung der Neu- /Reparaturlackierung unter einem Zierelement am Kofferraum. Diese Farbewerte dürften dort der unmittelbaren Neulackierung am ehesten entsprechen. Die Messpunkte 1 bis 12 wurden an Orten der roten Neulackierung, die Punkte 13 und 14 an der weissen Neulackierung des Daches ausgeführt. Die Punkte 15 und 16 beziehen sich auf die originale Lackierung, die unter Zierleisten gefunden wurde.

Messpunkte gemäss Farboptionen (Originallack):



Abb.173

Weitere Messungen, die zur Rekonstruktion der originalen Farbgebung des Fahrzeuglacks dienen sollten, wurden dem Buch [Bridges B., 1992] über die Farboptionen der Studebaker Fahrzeuge für 1953 entnommen und sind aufgrund möglicher Farbdifferenzen beim Druck nur bedingt vertrauenswürdig.
Diese Farbmessungen sind mit Coralred 1 bis 3 und Montereybeige 1 bis 3 bezeichnet.

Resultate der Farbmessungen

Bei den Messwerten von Minolta und Spectrolino handelt es sich um Mittelwerte aus sieben Einzelmessungen. Bei den Messungen mit Minolta CECF-9 wurden die jeweils ähnlichsten resp. besten NCS-Werte angegeben.

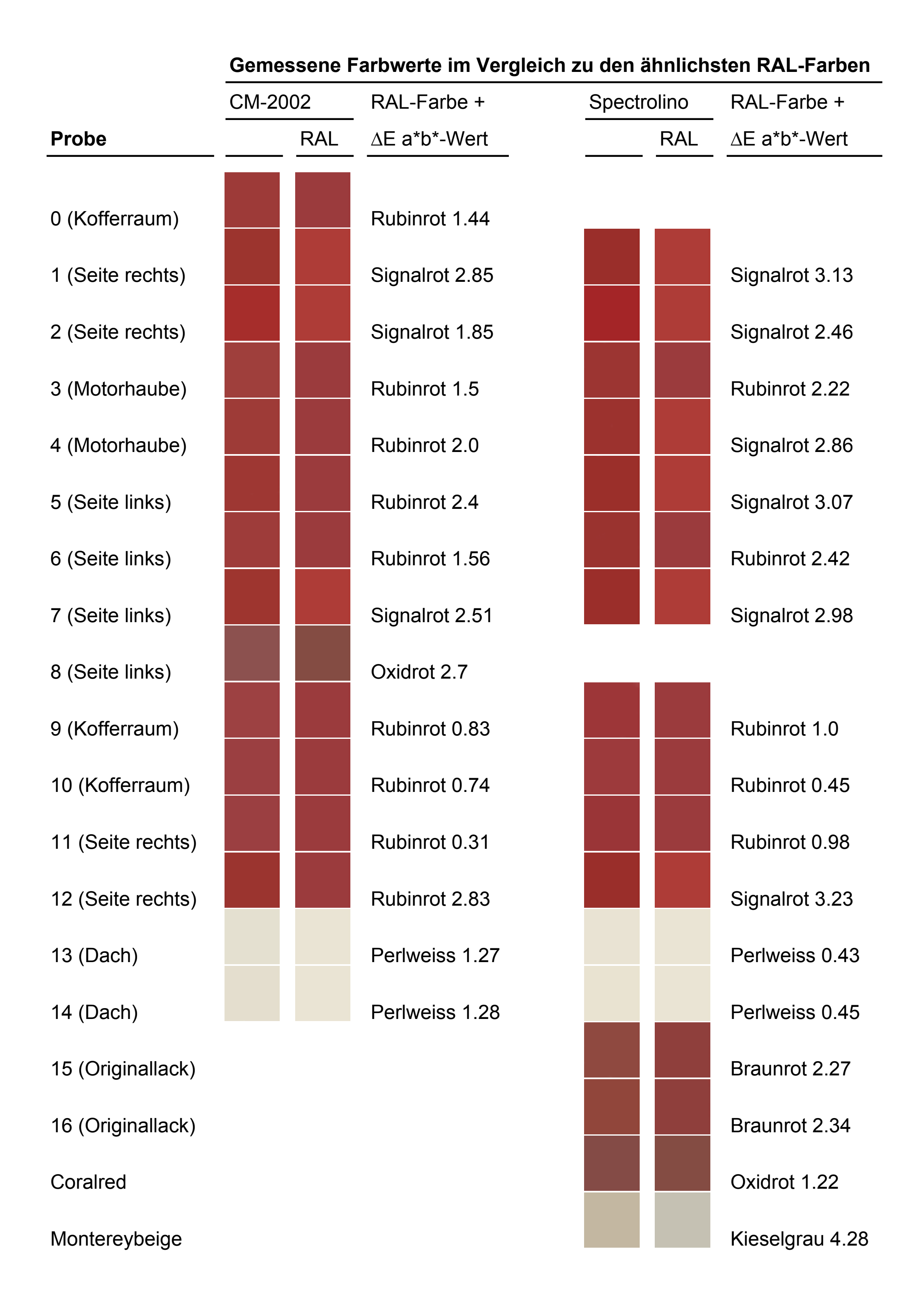
Probe 15 und 16 waren nur mit dem Spectrolino zugänglich. Probe 8 erwies sich mit Minolta CM-2002 als Fehlmessung, die Daten von Spectrolino gingen aus Versehen verloren. Die anderen fehlenden Werte wurden mit dem jeweiligen Gerät nicht gemessen.

	Messgerät:						
	Minolta CM 2002			Spectrolino			Minolta CECF-9
Probe	L*	a*	b*	L*	a*	b*	NCS-Werte
0 (Kofferraum)	32.64	42.13	23.42	-	-	-	S3560 Y90R ++
1 (Seite rechts)	31.53	43.26	27.10	30.55	44.19	27.61	S3060 Y90R +
2 (Seite rechts)	32.76	48.81	30.32	31.58	49.71	30.67	S2570 Y90R ++
3 (Motorhaube)	33.85	40.76	22.69	31.70	43.09	25.14	S3060 Y90R +
4 (Motorhaube)	32.85	42.12	24.48	31.23	44.12	26.70	S3060 Y90R +
5 (Seite links)	32.38	42.74	25.47	30.67	44.27	27.51	S3060 Y90R +
6 (Seite links)	33.16	41.58	23.39	31.01	43.16	25.41	S3060 Y90R ++
7 (Seite links)	32.13	43.74	27.18	30.76	44.71	28.19	S3060 Y90R +
8 (Seite links)	33.97	25.67	12.24	-	-	-	S3060 Y90R +
9 (Kofferraum)	33.70	39.92	19.70	32.09	43.21	22.62	S3060 Y90R ++
10 (Kofferraum)	33.07	39.58	19.44	32.64	42.50	21.33	S3060 Y90R ++
11 (Seite rechts)	32.54	41.44	21.12	31.29	42.67	22.23	S3060 Y90R ++
12 (Seite rechts)	31.36	43.19	26.36	30.34	44.23	27.40	S3060 Y90R +
13 (Dach)	86.89	-0.56	10.01	88.24	-0.14	10.88	S1005 G90Y
14 (Dach)	86.24	-0.31	10.70	88.18	0.10	11.41	S1005 G90Y
15 (Originallack)	-	-	-	32.62	30.05	18.47	S5040 Y80R +
16 (Originallack)	-	-	-	32.23	31.79	20.54	S5040 Y90R ++
Coralred 1	-	-	-	34.34	24.57	12.72	-
Coralred 2	-	-	-	34.22	24.12	12.85	-
Coralred 3	-	-	-	35.07	24.94	14.88	-
Montereybeige 1	-	-	-	69.66	2.69	14.93	-
Montereybeige 2	-	-	-	69.48	2.00	15.26	-
Montereybeige 3	-	-	-	70.58	1.12	13.61	-

Um einen Überblick über die abstrakten nummerischen Messwerte zu erhalten, wurden diese anhand der Software „Digitaler Farbatlas“ in RGB-Werte umgerechnet und ein Farbabgleich zum RAL-System gewählt. Das Programm eruierte die ähnlichsten RAL Farbtöne und berechnete dazu die jeweilige Farbdifferenz.

In Photoshop wurden nun die Farbwerte graphisch umgesetzt. Die folgende Graphik zeigt die oben erwähnten nummerischen Werte in der entsprechenden Farbe und im Vergleich dazu die jeweils ähnlichste RAL Farbe.

Für die Farben von Coralred und Montereybeige wurden die Mittelwerte aus Coralred 1 bis 3 und Montereybeige 1 bis 3 verwendet. Eine Möglichkeit zur Umrechnung der NCS-Werte in L*a*b*- oder RGB-Werte konnte nicht gefunden werden.



Gemessene Farbwerte im Vergleich zu den ähnlichsten RAL-Farben

Probe	CM-2002: RAL-Farbe + ΔE a*b*-Wert	Spectrolino: RAL-Farbe + ΔE a*b*-Wert
0 (Kofferraum)	Rubinrot 1.44	
1 (Seite rechts)	Signalrot 2.85	Signalrot 3.13
2 (Seite rechts)	Signalrot 1.85	Signalrot 2.46
3 (Motorhaube)	Rubinrot 1.5	Rubinrot 2.22
4 (Motorhaube)	Rubinrot 2.0	Signalrot 2.86
5 (Seite links)	Rubinrot 2.4	Signalrot 3.07
6 (Seite links)	Rubinrot 1.56	Rubinrot 2.42
7 (Seite links)	Signalrot 2.51	Signalrot 2.98
8 (Seite links)	Oxidrot 2.7	
9 (Kofferraum)	Rubinrot 0.83	Rubinrot 1.0
10 (Kofferraum)	Rubinrot 0.74	Rubinrot 0.45
11 (Seite rechts)	Rubinrot 0.31	Rubinrot 0.98
12 (Seite rechts)	Rubinrot 2.83	Signalrot 3.23
13 (Dach)	Perlweiss 1.27	Perlweiss 0.43
14 (Dach)	Perlweiss 1.28	Perlweiss 0.45
15 (Originallack)		Braunrot 2.27
16 (Originallack)		Braunrot 2.34
Coralred		Oxidrot 1.22
Montereybeige		Kieselgrau 4.28

Die gezeigten Farbmessungen mit Minolta CM-2002 und Spectrolino und deren Differenzen untereinander sind als normaler Ausdruck nur schlecht zu erkennen. Bei Probe 8 mit Minolta CM-2002 muss es sich um eine Fehlmessung handeln

Fazit und Diskussion

Die Farbmessungen am gesamten Lack weisen doch bemerkenswerte Farbdifferenzen auf. Dies könnte für eine Farbabmischung von Retuschen sehr kompliziert werden. Interessant ist, dass die von Auge gut erkennbare partielle Reparaturlackierung am rechten vorderen Kotflügel (Messpunkt 2) beim Vergleich aller Messpunkte nicht gleichermassen aus dem Rahmen fällt. Ein Zusammenhang zwischen Farbwert und Lokalisierung der Messpunkte konnte nicht festgestellt werden. Das heisst, dass der Lack am gesamten Auto gleichmässig vergilbt wäre. Differenzen zwischen vertikaler (Messpunkte 1, 2, 5, 6, 7, 11, 12) und horizontaler (Messpunkte 3, 4, 9, 10) Position wie bei der Glanzmessung sind nicht festzustellen. Der Versuch, eine grafische Umsetzung der Vergilbung unter Berücksichtigung der späteren Neulackierung zu erstellen, wurde deshalb nicht gemacht.

Anhand der erhaltenen Messwerte wurde die tatsächliche Lackfarbe mit der hypothetischen originalen Lackierung verglichen, die in der folgenden Graphik gezeigt wird. Die Farbwiedergabe ist in der Graphik auch bei der tatsächlichen Lackierung erstaunlich dunkel – entspricht aber dem Messwert. Glanzgrad und Belichtung spielen dabei vermutlich eine grössere Rolle als erwartet.

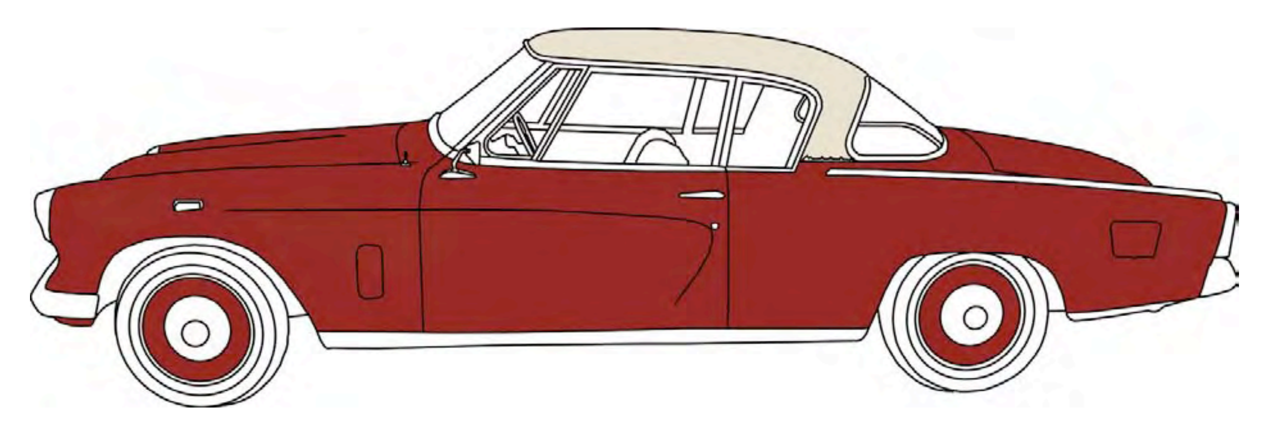


Abb.174: Tatsächliche Farbgebung der Lackierung (Ist-Zustand), Grundlage sind die Messwerte P1 und P13

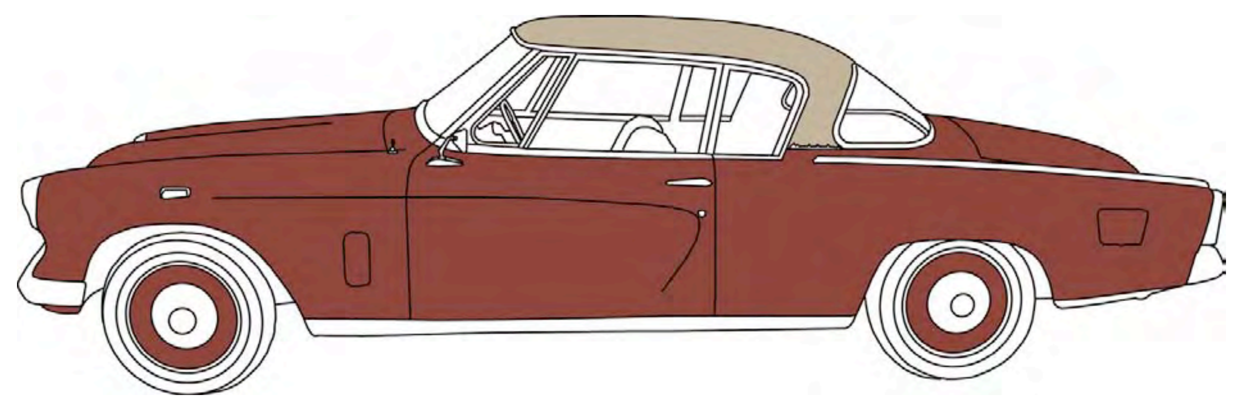


Abb.175: Hypothetische Farbgebung des Originallacks, Grundlage sind die Messwerte P15 und Montereybeige 1

Zur weiteren Illustration und Verdeutlichung, wie die originale Lackierung ausgesehen hat und die Reparaturlackierung nun erscheint, wird anhand der beiden folgenden Abbildungen gezeigt. Bei dem Studebaker desselben Modells mit der ursprünglich identischen Farbgebung handelt es sich um eine Fotografie, die zu Verkaufszwecken des Fahrzeuges vom Verkäufer erstellt wurde.





Abb.176: Lackierung des Studis von Lilo Pulver

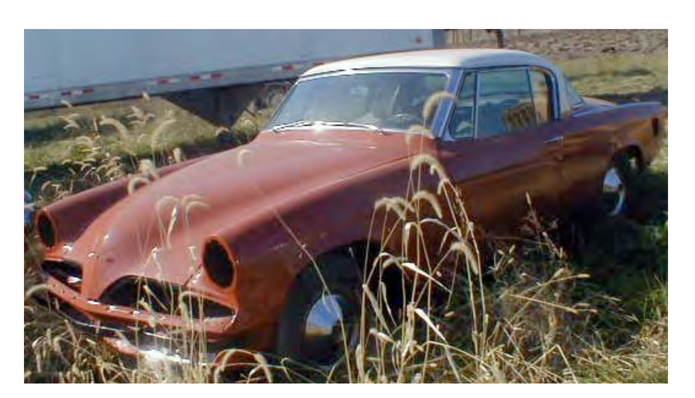


Abb.177: Originale, authentische Werkslackierung

Die Fotografien machen deutlich, dass der Farbunterschied zwischen originaler und heutiger Lackierung doch massiv ist und das Fahrzeug im heutigen Rot eigentlich völlig anders erscheint als ursprünglich. Leider ist durch die Neulackierung auch ein bestimmter Zeitgeist und Stil der 50er Jahre, der sich sicherlich auch in Trends von Farben an Konsumgütern oder eben Autos niedergeschlagen hat, somit verloren gegangen.

Der abgebildete Studebaker Champion von 1953, der noch die originale Lackierung aufweist steht angeblich in Illinois, USA, und soll für $ 6'450 erhältlich sein. Der Zustand des Fahrzeuges ist trotz insgesamt 27 Fotografien schwer zu beurteilen – soll aber „mostly restored" sein. Ein besuch der Website http://www.oldcars.fotki.com/1953-studebaker-cha ist trotzdem äusserst empfehlenswert und unterhaltsam. Eine Anschaffung dieser Art könnte im Sinne eines Ersatzteillagers möglicherweise interessant sein.

6.4 UV-VIS

Mit Beleuchtung der Lackoberfläche im ultravioletten Wellenlängenbereich wurde versucht, allfällige Unterschiede in der Lackierung zu beobachten. Fotografische Aufnahmen von der gesamten Fläche der jeweiligen Seiten des Fahrzeuges zur Dokumentation konnten nicht gemacht werden. Zum einen waren die Flächen trotz Verwendung von zwei UV-Strahlern zu gross, um diese insgesamt zu beleuchten, zum anderen waren trotz Weitwinkel-Objektiv die

Räumlichkeiten des Ateliers zu eng. Zur Dokumentation werden deshalb die aussagekräftigsten Partien im Folgenden anhand von Fotografien gezeigt:


Abb.178: Rechte hintere Seite im UV-Licht


Abb.179: Rechter vorderer Kotflügel im UV-Licht

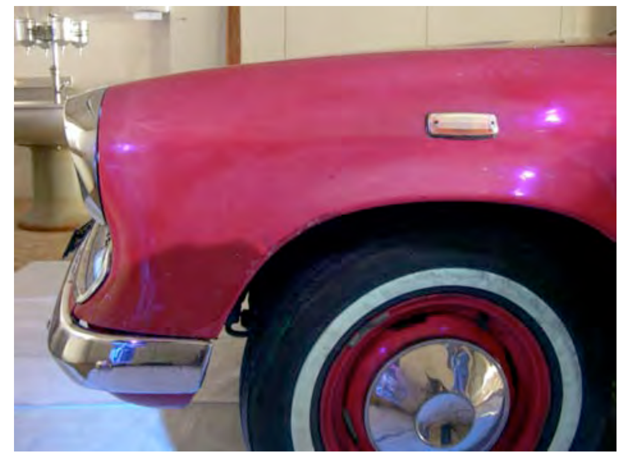

Abb.180: Kotflügel lingks vorne im UV-Licht


Abb.181: Kotflügel rechts vorne im UV-Licht

Der grösste Teil der Überlackierungen oder partiellen Reparaturlackierungen ist auch bei normaler Beleuchtung und genauer Beobachtung sichtbar (siehe Kapitel 4 über den Vorzustand). Unter UV-Licht treten diese aber noch um einiges deutlicher hervor.
Die einzige Überlackierung die erst bei UV-Licht entdeckt wurde ist auf Abbildung 178 als Auswolkung neben rechter Stossstange und Rückleuchte gut zu erkennen. Ob es sich dabei möglicherweise um einen Klarlack handelt ist nicht ganz klar. Bei den dunklen Striemen auf dem gleichen Bild handelt es sich um die bekannten Retuschen mit Nagellack.
Abbildung 179 zeigt nochmals deutlich die partielle Reparaturlackierung des gesamten rechten vorderen Kotflügels. Die Abbildungen 180 und 181 die beiden dunklen Überlackierungen mit Nitrolack, die aufgrund mangelnder Haftung am darunter liegenden Lack craqueliert sind.

6.5 Thermografie

Die Vermutung, dass die Blasenbildung mit dem Schadensbild auf der Motorhaube durch extreme Hitzeeinwirkung des Motors und mangelhafte Kühlung entstanden sein könnte wurde relativ früh entwickelt. Die Spekulation wurde zuerst dadurch relativiert, dass sich die grösste Hitze am Motor nach der Verbrennung im Motorblock selbst und in Richtung Auspuff befinden dürfte und somit lokal nicht direkt unterhalb des Schadensbildes liegen. Um genauere Aussagen diesbezüglich zu belegen, wurden vom Motorraum Aufnahmen mit einer Thermografiekamera gemacht, welche die Hitzeentwicklung belegen. Die benutzte Thermografiekamera arbeitet nach dem Scannerprinzip und liefert daher eine hohe Bildqualität.
Die Aufnahmen wurden rund zehn Minuten nach einer einstündigen Ausfahrt über Landstrassen mit Kaffeepause gemacht:

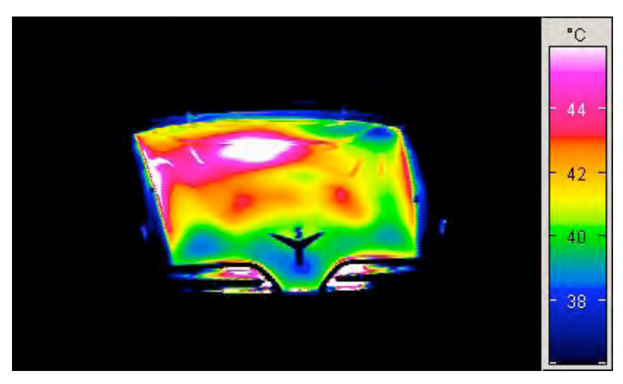


Abb.182: Thermografische Aufnahme bei geschlossener Motorhaube, rund zehn Minuten nach einstündiger Fahrt: Die grösste Hitze entwickelt sich eher auf der rechten Seite der Motorhaube (Auspuffseite). Die Blasenbildungen (linke obere Seite) sind davon also nicht betroffen.

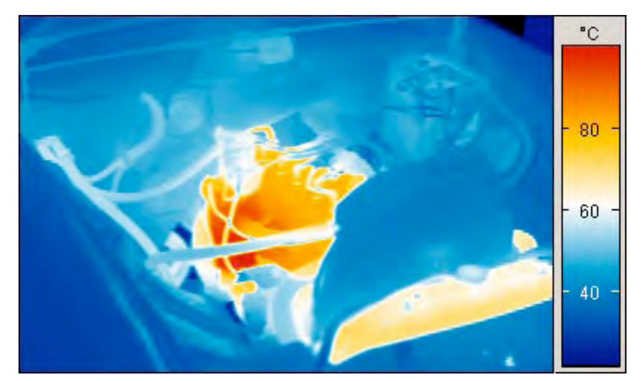


Abb.183: Thermografische Aufnahme des Motors mit höchster Hitzeentwicklung von rund 100° C.

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Hitzeentwicklung des Motors und dem Schaden auf der Motorhaube kann also nicht gezogen werden. Die Blasenbildung muss demnach also als Schaden betrachtet werden, dessen Ursache sich im Lack oder dem Stahlblech darunter befinden muss. Die „Schichtsilikat-Wasserspeicher-Theorie" muss relativiert werden, weil sich diese Füllstoffteile im Füller des gesamten Lacks der Frontpartien befindet.

7. Rekonstruktion der Lackgeschichte und Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Damit sich der Leser ein Überblick über benutzte Lacke am Fahrzeug und deren Eigenschaften machen kann, werden hier die Untersuchungsergebnisse in Kurzform zusammengefasst wiedergegeben. Die Geschichte der verschiedenen Reparaturlackierungen kann leider nur aufgrund von Untersuchungen und Beobachtungen rekonstruiert werden. Da die Besitzer die heutige Lackierung als Werkslackierung betrachteten, waren natürlich, abgesehen von den offensichtlichen Beilackierungen, auch keine Kenntnisse über die Reparaturlackierungen bekannt. Da die Farbdifferenzen zu gering sind für eine deutliche Unterscheidung in einer Grafik in gedruckter Version, wurden die Farben extrapoliert und erheben nicht den Anspruch auf exakte Wiedergabe.

7.1 Originale Werkslackierung – Phase 1, 50er Jahre

Die Werkslackierung vollzog sich selbstverständlich über die gesamte Karosserie. Allerdings in der bereits erwähnten Zweiton-Farbgebung mit Monterey Beige fürs Dach und Coral Red für den Rest der Karosserie und die Felgen





Abb. 184: Werkslackierung mit Coral Red und Monterey Beige

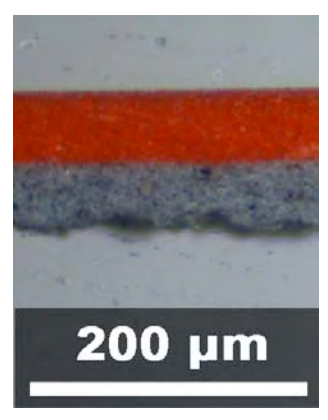


Abb.185: Originallack

Decklack: Bindemittel: Kurzöliges Alkydharz
Pigment: Cadmiumrot

Füller: Bindemittel: Nitrokombispachtel (Cellosenitrat und Alkydharz)
Füllstoffe: Keine Untersuchung

Schichtdicke: 90 bis 140 µm

Eine Rostschutzgrundierung ist nicht vorhanden. Ob das Karrosserieblech Zinkphosphatiert wurde ist nicht klar. Der Lack auf dem Dach wurde nicht untersucht, es dürfte sich aber um den gleichen Aufbau und das gleiche Bindemittel handeln.

7.2 Neulackierung – Phase 2, 60er Jahre

Die erste Reparaturlackierung ist eine komplette Neulackierung, die heute noch am Grossteil des Fahrzeuges zu sehen ist. Das Dach wurde weiss, die Karroserie in einem wesentlich helleren und weniger bräunlichen Rot gesprüht.



Abb.186: Komplette Neulackierung mit weissem Dach und roter Karosserie

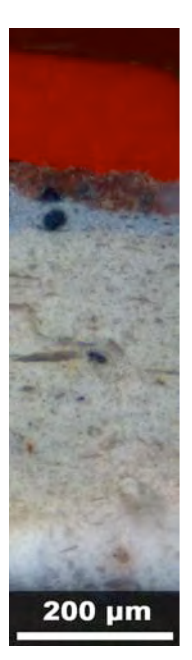


Abb.187: Neulack

Decklack:	Bindemittel:	Styrolisiertes Alkydharz
	Pigment:	Molybdatrot/Chromrot
Füller:	Bindemittel:	Nitrokombilack (Cellulosenitrat und Alkydharz)
	Pigmente:	Titanweiss, Zinksulfid
	Füllstoffe:	Kaolin, Quarzmehl, Vermiculit/Talkum, Baryt, Dolomit, Calciumcarbonat, Silicium (Schleifpapier?)
Schichtdicke:	200 bis 1500 µm (Schätzung)	

Die Neulackierung wurde auf die alte, originale Werkslackierung appliziert. Möglicherweise wurde diese zuerst angeschliffen. Die Haftung ist jedenfalls bis heute gewährleistet. Den Besitzern war diese Lackierung seltsamerweise nicht bekannt. Eine genaue Datierung ist deshalb schwierig. Aufgrund des Bindemittels und einer späteren bekannten Reparatur kann eine relative Datierung auf die späten 60er oder frühen 70er Jahre festgelegt werden. Das Dach wurde wahrscheinlich mit dem gleichen Bindemittel lackiert.

7.3 Reparaturlackierung – Phase 3, 70er Jahre

Die zweite Reparaturlackierung beschränkte sich auf die Heckpartie. Seiten, Front und Dach wurden belassen gemäss 7.2 Neulackierung – Phase 2. Die Farbgebung ist beinahe gleich wie bei Phase 2, möglicherweise durch unterschiedliche Vergilbung heute jedoch etwas blauer und dunkler.



Abb.188: Partielle Reparaturlackierung am Heck (Magenta)

Abb.189: Neulack

Decklack:	Bindemittel:	Styrolisiertes Alkydharz (?)
	Pigment:	Molybdatrot/Chromrot
Füller:	Bindemittel:	Nitrokombilack (Cellulosenitrat und Alkydharz)
	Füllstoffe:	Kaolin und Quarzmehl (gemäss Semesterarbeit 2005/06)
Schichtdicke:	250 bis 1500 µm (bei Unterrostungen bis 2000+ µm)	

Für die Reparaturlackierung am Heck wurde der gesamte Altlack von Phase 1 und 2 abgeschliffen oder abgelaugt und gemäss dem Bild des Querschliffes komplett neu aufgebaut. Eine Rostgrundierung war, zumindest bei der Probe, nicht vorhanden. Bei der sichtbaren untersten Schicht handelt es sich um Reste von Korrosion. Eine Datierung ist schwierig, da keine Kenntnisse von Besitzerseite vorhanden sind. Jedenfalls nach Phase 2 – also ab den frühen 70er Jahren. Ob die Blaustichigkeit von einem Klarlack stammt bleibt unklar. Möglicherweise würde das Einbettmittel für die Probe einen ähnlichen Brechungsindex aufweisen. Eine fluoriszierende Klarlacklackschicht war unter dem Mikroskop bei UV-Beleuchtung jedenfalls nicht sichtbar.

7.4 Beilackierung – Phase 4, 80er Jahre

Die Beilackierungen von Phase 4 beschränkten sich auf den rechten vorderen Kotflügel und die beiden Seiten neben der Motorhaube. Die Farbgebung wich deutlich von der von Phase 2 ab und war auch für ungeübte Augen bei entsprechender Beleuchtung gut sichtbar. Das Rot war zu knallig und wurde bei der Schadenskartierung und deren Charakterisierung mit Ferrarirot bezeichnet.



Abb.190: Beilackierung in Ferrarirot, rechter vorderer Kotflügel und seitlich Motorhaube

Eine Untersuchung zur Lackart hat nicht stattgefunden. Die Beilackierung wurde nach einer Reparatur mit Spachtelung über den Lack von Phase 2 gesprüht.



Abb.191: Farbdifferenz Phase 2 zu 4



Abb.192: Beilackierung Motorhaube links

Die Abbildungen verdeutlichen die erheblichen Farbdifferenzen der Beilackierung in Ferrarirot. Eine Datierung der Reparatur: späte 70er oder 80er Jahre.

7.5 Beilackierung – Phase 5

Die Beilackierung – Phase 5 betrifft eher kleine Eingriffe. Zum einen wurde auf beiden vorderen Ecken eine gespachtelte Reparatur, zum Anderen die beiden seitlichen Beilackierungen von Phase 4 überspritzt und ausgewolkt. Auch hier war das Ergebnis nicht zufrieden stellend. Die Farbe war zu dunkel gewählt und die Reparatur zu auffällig. Zudem craquelierte der Lack bei der Auftrockung auf den gespachtelten Stellen und dem Lack von Phase 2 an den vorderen beiden Ecken.



Abb.193: Beilackierung und Auswolkung von Phase 4 an der Frontpartie (violett)

Eine chemische Analyse der Beilackierung hat nicht stattgefunden. Die Craquelierung und die Möglichkeit einer Entfernung mit Aceton lässt darauf schliessen, dass es sich um Cellulosenitratlack handelte.

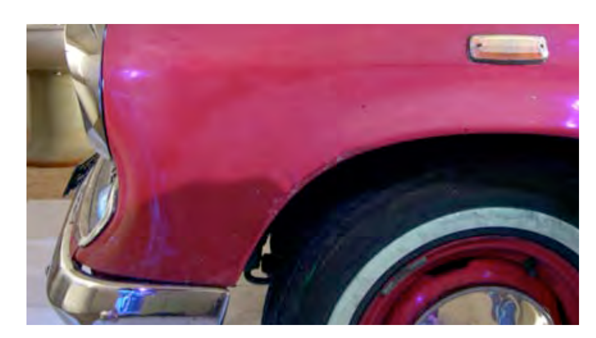


Abb.194: Beilackierung links vorne im UV-Licht



Abb.195: Craquelierung bei Normallicht

8. Vorversuche und Tests

Damit für die Restaurierung adäquate Mittel und Methoden benutzt werden können, wurden zuerst zahlreiche Vorversuche ausgeführt. Diese beinhalteten neben diversen Tests von Spachtel- und Dichtungsmassen, Füllern, Rostschutzgrundierungen, Rostbehandlungs-mitteln, Lacken und deren Applizierungsmöglichkeiten mit Pinseln und Luftdruckpistolen auch die Eruierung der Idee einer Folierung für den Primärschaden auf der Motorhaube.

8.1 Folierung und Spachtelkitte

Durch die Firma Hauser AG in Zofingen konnten Folien bezogen werden, die unter dem Produktenamen Folio-Car durch die Firma Intax GmbH in Oldenburg speziell für die Folierung von Fahrzeugen hergestellt werden. Die Folien wurden für die Komplettverklebung von Fahrzeugen entwickelt und werden von grösseren Institutionen wie Militär, Polizei und Feuerwehr, in der Schweiz von der Post und Mobility benutzt, um deren Wagenpark mit der Folie im entsprechenden Design zu versehen und die Fahrzeuge später mit der herkömmlichen Werkslackierung wieder zu verkaufen.
Bei den Produkten handelt es sich um eine polymer-stabilisierte, kalandrierte Weich-PVC-Folie, die beschichtet ist mit einem haltbaren, repositionierbaren Acryl-Hochleistungskleber. Die Folien sind 100µm dick und sollen in der Anwendung mindestens 5 Jahre haltbar sein. Die Folien sind in rund 120 verschiedenen RAL-Farben erhältlich [Intax, Folio-Car Farbkarte, 2006/07] Interessant für die Restaurierung könnte vor allem die erwähnte Reversibilität sein. Die Kosten für die Herstellung einer Folie nach Wünschen von Kunden in einem speziellen Farbton belaufen sich angeblich auf rund CHF 70'000 [Hauser, 2007].

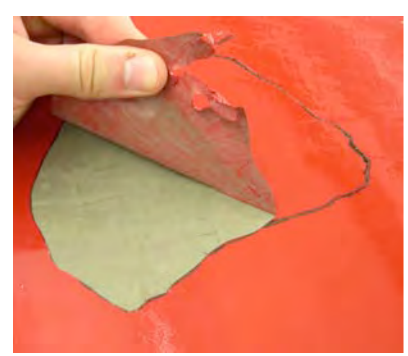
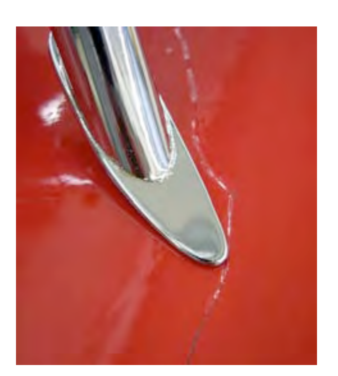




Abb.196 bis 198: Applizierte Folie auf einem Prüfblech, Fehlstelle für die Simulation des Schadens Motorhaube

Die Folie war auch nützlich, um den Schaden auf der Motorhaube zu simulieren. Dabei wurde das Schadensbild mit dem Verlust des Decklack auf ein foliertes Prüfblech übertragen, ausgeschnitten und entfernt. Bei doppelt überzogenen Prüfblechen wurde also eine Schichtdickendifferenz von 200, bei einfachem Überzug von 100µm, erreicht. Die realen Schichtdickendifferenzen auf dem Schaden der Motorhaube betragen gemäss Kapitel 6.2,

Schichtdickenmessung des Primärschadens, zwischen 80 und 120µm. Mit dem simulierten Schadensbild wurden daraufhin sowohl Versuche unternommen, durch ein so genanntes Inlay die Fehlstelle im Prüfblech zu füllen, als auch solche, die Fehlstelle mit Spachtelkitt zu füllen, zu überschleifen und zu lackieren.

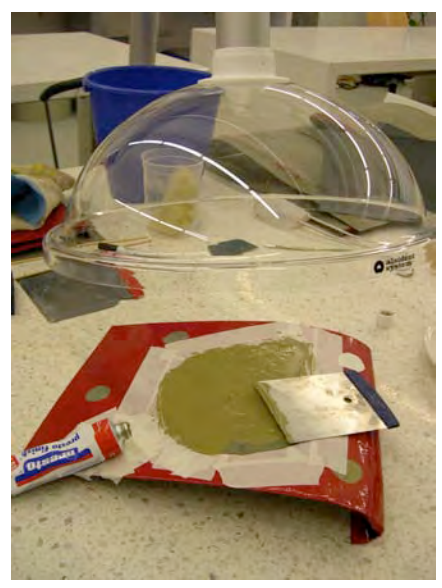
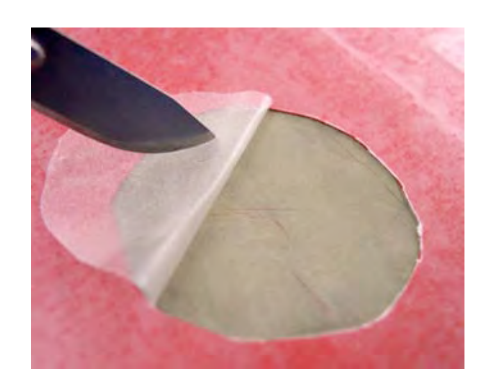


Abb.199: Prüfblech, Nitrokombispachtel



Abb.200: Schliff des Nitrokombispachtels





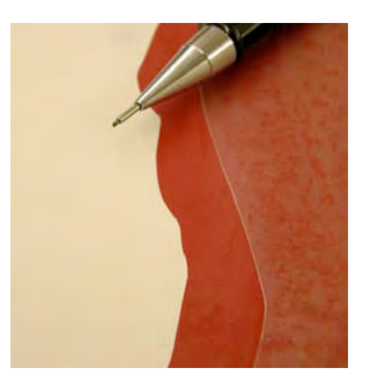


Abb.201 bis 203: Airbrushfolie, Aufbringen des 1K Acrylspachtel, 2K-Polyesterspachtel nach dem Schliff

Bei den Kittungen wurde, um die Lackierung nicht mitzuschleifen, neben der Kante des vermeintlichen Lackes eine Airbrush-Folie zum Schutz aufgebracht. Alle Spachtelmassen wurden nass bis Körnung 600 geschliffen. Für den Schliff wurden kleine Schleifklötze aus Holz angefertigt. Das Schleifpapier wurde in der entsprechenden Grösse geschnitten.

Inlay/Folierung

Die Idee eines Inlays hat sich leider nicht als sehr geeignet erwiesen. Die Vorteile der Reversibilität steht einer ganzen Reihe von Nachteilen entgegen:

1. Auch bei präzisestem Ausschnitt des Inlays ist es nicht möglich, das Inlay völlig fugenlos in die Konterform zu integrieren. Die Witterungsfestigkeit und Abdichtung der

Kanten wäre nicht gewährleistet. Sowohl Inlay wie Lackierung würden mit der Zeit abblättern.

2. Dadurch, dass die Schichtdicke des Inlays genau 100 oder bei doppelter Ausführung 200 µm beträgt, müsste der Untergrund auf genau diese Dicke geschliffen oder aufgefüllt werden, damit die Kanten von Inlay und Lack auf gleicher Ebene wären.
3. Der Untergrund des Inlays muss absolut plan sein, weil sich auch die kleinste Unebenheit auf das Inlay übertragen würde.
4. Da nur eine beschränkte Zahl von Folien mit bestimmter Farbgebung zur Verfügung stehen, lässt sich das Inlay nur schlecht an die Lackierung angleichen. Eine spezielle Anfertigung einer Folie in einem bestimmten Farbton ist mit CHF 70'000 selbstverständlich zu teuer.
5. Eine Überlappung des Inlays über die Lackierung würde ästhetischen Gesichtspunkten kaum gerecht.

Die Idee des Inlays stellte sich für unseren Fall also als weniger geeignet heraus. Trotzdem könnte die Benutzung von Folien bei der Restaurierung von bestimmten Objekten von Vorteil sein.

Nitrokombispachtel

Das 1K-Produkt von Presto Finish mit dem korrekten namen NC-Kombi-Glättspachtel lässt sich relativ einfach aus einer Tube auf die Schadstellen applizieren und glätten. Allerdings können aufgrund der hohen Lösungsmittelkonzentration nur geringe Schichtdicken aufgetragen werden ohne Schwundrisse zu bilden. Der Schwund kann als Vorteil betrachtet werden, insofern dass die gespachtelte Fehlstelle nach der Trocknung tiefer liegt als die Kante der Lackierung und somit beim Auftrag und späteren Schliff der Lackierung die Spachtelmasse nicht zum Vorschein kommt. Die korrekte Applizierung ist jedoch durch den dünnschichtigen, mehrmaligen Auftrag mit Zwischenschliff eher aufwändig. Die Porigkeit ist nach dem Schliff jedoch sehr fein. Trotzdem wird laut Hersteller eine zusätzliche Grundierung (Füller) vor dem Decklack empfohlen. Die gespachtelte und überschliffene Kittung hat beim ersten Versuch nach etwa einer Woche Schwundrisse gebildet. Vermutlich waren die Schichten zu dick aufgetragen und zu wenig abgelüftet worden.

Acrylspachtel

Beim verwendeten Reparaturspachtel von SwingColor handelt es sich um einen weissen Spachtelkitt für Holz und Metall (innen und aussen). Die Inhaltsstoffe sind Styrolacrylat-Dispersion, Titandioxid, Calziumcarbonat und Andere. Die Applizierung ist sehr einfach und

es können auch höhere Schichtdicken schwundrissfrei aufgetragen werden. Als negativ muss die hohe Porigkeit nach dem Schliff erwähnt werden.

2K-Polyesterspachtel

Der weisse 2K-Polyesterspachtel wird mit maximal 5% Härter vermischt. Die Durchtrocknung verläuft relativ schnell und auch bei hohen Schichtdicken schwundrissfrei. Als Nachteil kann die kurze Verarbeitungszeit angesehen werden. Positiv ist die geringe Porosität nach dem Schliff. Für die Restaurierung wurde deshalb dieser Spachtelkitt gewählt.

8.2 Lackaufbau

Anhand von zwei Stahlblechen wurde versucht, den gesamten Lackaufbau für eine Lackierung zu simulieren. Das eine Blech wurde mit Phosphorsäure, das andere durch Anschleifen von Flugrost beseitigt. Nach einer Reinigung wurden die Bleche mit Aceton entfettet. Für die Versuche wurde auf eine 2K-Epoxy-Rostschutzgrundierung zurückgegriffen. Darauf aufbauend die Bleche mit dem erwähnten 2K-Polyesterspachtel beschichtet und nach der Abtrocknung geschliffen (Körnung 600). Beim einen Blech wurde darauf ein Autoreparaturfüller (Noverox Fillerspray) aus der Dose aufgespritzt und anschliessend geschliffen (mit Körnung 800). Die Oberfläche wies dabei gegenüber dem Polyesterspachtel beinahe keine Porosität auf.

8.3 Decklack

Auf die vorbereiteten Testbleche und gespachtelten Fehlstellen wurde mit dem Pinsel sowie einer Airbrushpistole ein Autoreparatur-Decklack, UNO HD der Firma R-M auf-gebracht. Bei dem verwendeten Lack handelt es sich um ein 2K-Acrylatsystem mit Isocyanathärter. Der Härteranteil beträgt 25%. Auf genauere Eigenschaften wird in Kapitel 10.3 zur Farbfindung eingegangen.

Für beide Beschichtungsarten mit dem Decklack war vorgesehen, diese nach der Durchtrocknung zu überschleifen und zu polieren. Für den Test zur Deckfähigkeit des Lackes wurden jeweils zwei weisse, zwei graue und zwei schwarze Grundierungen sowohl mit dem Pinsel überstrichen, als auch mit der Airbrush-Pistole gespritzt.

Die Applizierung des mit Härter versetzten Decklackes stellte keine Probleme dar. Hingegen war die Viskosität des Lackes für die Airbrush Spritzung zu hoch, sodass anfangs dass Sprühbild Lack-Klumpen spuckte. Der Lack wurde daraufhin höher verdünnt mit dem entsprechenden Verdünner (Actiflash) des gleichen Herstellers. Das Sprühbild war daraufhin homogener, und sehr fein. Bei mehrmaligem Auftrag zeigte sich jedoch eine Filmbildung mit

so genannter Orangenhaut, deren Ursache ein zu hoher Lösemittelanteil ist. Das Problem wurde aufgrund der vorgesehenen Überschleifung vorerst ignoriert.



Abb.204: Testbleche für Lackaufbau und Kittung

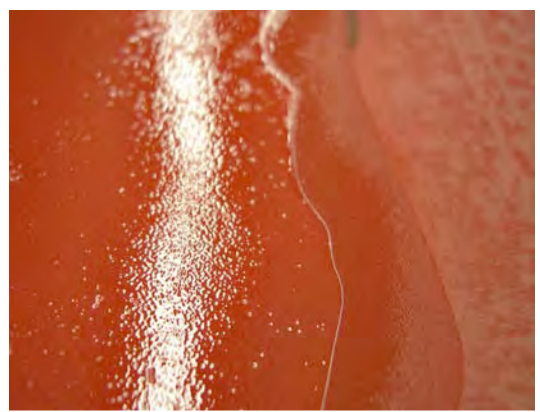


Abb.205: Orangenhaut bei Airbrush



Abb.206: Testblech

Die hier gezeigte Abbildung zeigt eines der Prüfbleche, anhand derer ein Lackaufbau eines Reparaturlackes simuliert wurde.

Das Stahlblech wurde geschliffen und mit Aceton gereinigt.
Darauf folgte die 2K-Epoxy-Rostschutzgrundierung.
Der geschliffene 2K-Polyesterspachtel.
Der geschliffene Füllerspray

Der gespritzte Decklack
Der überschliffene und polierte Decklack

Der Nassschliff des Decklacks bis auf Körnung 1200 gestaltete sich problemlos, die Unebenheiten des Pinselauftrages und die Orangenhaut beim Spritzen konnten so eliminiert werden. Die Politur gestaltete sich ebenfalls problemlos.

Als Problem stellte sich der Schliff der lackierten Kittungen heraus. Da die gespachtelten Fehlstellen auf dieselbe Ebene wie die Kanten der Altlackierung geschliffen wurde, schimmerte nach dem Schliff des Decklacks vor allem an den Rändern zur Altlackierung die weisse Füller- oder Spachtelmasse wieder hervor. Bei Fehlstellen, die nur mit dem Decklack schichtenweise aufgefüllt wurden, zeigte sich dieses Problem nach dem Schliff selbstverständlich nicht.

9. Restaurierungskonzept

Mit der vorliegenden Diplomarbeit sollen die Möglichkeiten einer partiellen Restaurierung von Schäden an monochromen Beschichtungen aufgezeigt werden. Die Arbeit grenzt sich also ab gegen eine herkömmliche Reparatur- oder Neulackierung, wie sie im Falle von historischen Fahrzeugen auch heute noch eher die Regel ist. Dies hängt sicher mit dem Aufwand, im Verhältnis zu den zu erzielenden Resultaten der Oberflächenvergütung zusammen. Die Behandlung und Behebung von Lackschäden an historischen Fahrzeugen durch Restauratoren beschränkt sich deshalb bisher vor allem auf sehr wertvolle Fahrzeuge, deren Besitzer bewusst eine teure und aufwändige Restaurierung veranlassen, mit dem Ziel den authentischen Zustand der Lackierung zu bewahren und zu konservieren. Nach den Erhaltungsklassen der FIVA (Fédération International des Véhicules Anciens) kann ein Fahrzeug denn auch nur dann als Original (Gruppe 2) bezeichnet werden, wenn das Fahrzeug nie restauriert wurde. Die Lackierung kann aber durch die damalige Technik ersetzt worden sein [FIVA, Technical Code, S. 4, 2004]. Wenn die höchste Erhaltungsklasse, Gruppe 1 – Authentisch, erhalten werden soll, müsste sich eine Restaurierung des Lackes auf das Nötigste reduzieren und wäre sicher partiell und in den historisch authentischen Lacken vorzunehmen.

Da es sich bei der sichtbaren Lackierung des Studebakers von Lilo Pulver nicht mehr um die authentische Werkslackierung handelt, eignete sich das Objekt auch, die Möglichkeiten und Grenzen einer partiellen Restaurierung in einer Diplomarbeit aufzuzeigen. Die Schwierigkeit in der Umsetzung der Restaurierung lag unter anderem darin, zwischen gewachsenem historischem Zustand und Authentizität (gemäss FIVA) abzuwägen. Dies hätte im Extremfall heissen können, dass auch jegliche Schäden und unsachgemässe Reparaturen zu einem historischen Zustand gehörten oder aber der gesamte Lack bis auf die noch vorhandene Werkslackierung abgeschliffen und Dieser in damals zeitgenössischer Technik restauriert würde im Sinne der Authentizität. Zwischen diesen beiden Extremen war ein geeigneter Weg zu finden, der zudem auch die gegebene Infrastruktur der Hochschule der Künste und die Möglichkeiten eines Studenten berücksichtigte, eine tatsächliche Restaurierung auszuführen. Von Besitzerseite war klar, dass das Fahrzeug in Betrieb bleiben und gelegentlich benutzt werden wird. Die Restaurierung sollte somit auch Ansprüchen gerecht werden, die eine Nutzung unter Witterungseinflüssen gewährleistet und über museale Bedingungen hinausgeht. Dies war vor allem in Bezug auf die Wahl der Bindemittel von Wichtigkeit. Es wurde deshalb entschieden, auf moderne und in der Reparaturlackierung von Fahrzeugen bewährte Systeme zurückzugreifen.

Als Mittelweg wurde dem Besitzer und Referenten vorgeschlagen, die Neulackierung gemäss dem Zustand von Phase 3 aus den vermuteten 70er Jahren (Kapitel 7.3) zu bewahren. Das bedeutete im Wesentlich, dass die späteren Beilackierungen und Retuschen, die einem zufrieden stellenden Gesamtbild des Objektes nicht gerecht wurden, entfernt, sowie die Schäden auf der Motorhaube, die eigentlich ausschlaggebend waren für die Diplomarbeit, und die Rissbildung am Heck, restauriert wurden. Um einem harmonischen Gesamtbild des Fahrzeuges zu entsprechen, wurden schliesslich noch kleinere Mängel behoben, die teilweise über die Thematik der Lackierung hinausführten. Für die Konservierung der Oberfläche war eine Politur und Wachsbehandlung vorgesehen.

Um das Vorhaben umzusetzen, musste zwangsläufig mit externen Fachleuten zusammengearbeitet werden. Zum einen konnte über die Fisler AG in Bümpliz eine Autolackiererei gefunden werden, über welche die Lackrohstoffe unentgeltlich bezogen werden konnten. Für die nachträgliche Konservierung stellte die Swizzvax AG in Fällanden mit den Swizöl-Produkten ebenfalls unentgeltlich diverse Politur- und Pflegemittel zur Verfügung, die höchsten Ansprüchen gegenüber Veteranenfahrzeugen gerecht werden.

Herr René Fisler, Prüfungsexperte der Autolackierer, begleitete die Diplomarbeit zudem und stand der Restaurierung und ihren vielleicht ungewöhnlichen Ansprüchen zur Seite.

10. Restaurierung

Nach rund anderthalb Jahren Beschäftigung, mit Unterbrechungen, mit der Thematik von Lackschäden an Automobilen anhand des Beispiels des Studebakers von Lilo Pulver in einer vorangegangenen Semesterarbeit und der vorliegenden Diplomarbeit, hat sich aufgedrängt, dass auch eine praktische Umsetzung der Restaurierung sinnvoll wäre. Dies ist für eine Diplomarbeit eher ungewöhnlich, doch auch die Tatsache, dass der Besitzer Georg Pulver sein einziges Fahrzeug über diese längere Zeit zur Verfügung stellte und entbehrte, stützte diesen Entscheid. Den Studebaker nach dieser langen Zeit mit seinen Lackschäden und ohne deren Behebung an den Besitzer zurückzugeben wäre für beide Seiten nicht zumutbar gewesen und hätte niemanden zufrieden gestellt. Die konkrete Restaurierung und Konservierung stellte zudem auch eine grosse Herausvorderung dar. Der Anspruch an Diplomarbeiten, Forschung zu betreiben und deren Resultate zu präsentieren, wurde somit eher auf einem empirischen Weg der partiellen Retuschierung monochromer Oberflächen geleistet. Kapitel 10. und 11. dokumentieren insofern die Restaurierung und Konservierung des Fahrzeuges.

10.1 Festigungen

Festigungen von Mal-/Lackschichten mussten ausschliesslich am Heck vorgenommen werden, wo sich unter den Zierelementen, vermutlich durch die Erschütterungen beim Schliessen und Öffnen des Kofferraumdeckels, die bekannten Risse im Lack bildeten. Durch die Risse gelangte auch Feuchtigkeit bis auf das Metall. Die Folgen waren Korrosion und Loslösung der Lackschichten vom Blech.




Abb.207: Rissbildung und Loslösung vom Substrat



Abb.208: Risse im Detail

Zu den Massnahmen gehörte zum ersten die Festigung der Lackschollen. Dies wurde mit dem Festigungsmittel Paraloid B67 ausgeführt. Das zwischen 20 und 30%-ig in Toluol

gelöste Isobytyl-Methacrylat-Polymer ist das gegen Wasser beständigste aller Paraloid Harze, die Oberfläche ist fast als hydrophob zu bezeichnen. Der farblose Lack ist am wenigsten klar von allen Paraloids. B 67 ist mit Alkydharzen verträglich. Die Glasübergangstemperatur ist höher als bei Paraloid B72, welches erste Anzeichen von schmelzen bei 70-75 °C, ein wirkliches Fliessen aber erst bei 145-150 °C zeigt [Kremer Pigmente GmbH, Datenblätter Paraloid B67 und B72, 2007]. Aufgrund der Möglichkeit von Cellulosenitrat als Bindemittelanteil in der Füllerschicht wurde Toluol als Lösemittel des Granulates gewählt.
Die Lösung wurde mit einer Spritze in die Risse appliziert. Durch Kapillarkräfte zog es die Flüssigkeit auch unter die Schollen, die anschliessend mit Hilfe von gepolsterten Schraubzwingen auf das Blech gedrückt und gefestigt wurden.
Die leichte Rostbildung auf dem Blech konnte, ohne die Lackschichten weiter zu zerstören nicht entfernt werden und musste deshalb unter dem Lack belassen werden. Die Retuschen der Risse/Spalten wird in Kapitel 10.5 behandelt.

10.2 Freilegungen

Bevor mit den Retuschierungen der diversen Schäden begonnen werden konnte, mussten diese von den unsachgemässen und auffälligen alten Reparaturversuchen befreit werden. Dies wurde vorgängig mit Besitzer und Referent besprochen. Es handelte sich dabei um die erwähnten Beilackierungen, Nagellackretuschen und schadhaften Kittungen. Zur Freilegung wurden drei Methoden benutzt, die jeweils dem Schaden entsprechend geeignet waren. Die Beilackierungen konnten teils mit Lösemittel, deren Einfluss auf die darunter liegenden Lackschichten getestet wurden, und teils durch Nassschliff vom Untergrund gelöst werden. Die Nagellackretuschen von Kratzern konnten am besten mit einem feinen Glasfaserstift relativ punktgenau abgekratzt werden. Schadhafte Kittungen wurden mit gröberem Werkzeug abgekratzt oder mit einem Elektroschleifer bis auf das Stahlblech abgeschliffen.

Beilackierungen

Die Beilackierungen sind in Kapitel 6.4 unter UV-Licht gut zu erkennen. Die Beilackierungen aus Phase 5 (90er Jahre), Kapitel 7.5, die vermutlich mit Nitrolack ausgeführt wurden, konnten mit Lösemitteln problemlos entfernt werden. Als bestes Lösemittel stellte sich ein so genannter Silikonentferner heraus, ein Lösemittel, dass aus 50 bis 100 Gehalt-% Ethanol, 25 bis 50% Aceton und <2,5% Butanon besteht [Knuchel Farben, Sicherheitsdatenblatt Silikonentferner, 2006] . Reines Aceton verdampfte bei der Applizierung zu schnell.

Die gesamte Craquelierung konnten so schnell und effektiv entfernt werden. Danach wurden dann auch die ursprünglichen Schäden ersichtlich, aufgrund dieser die Beilackierung überhaupt ausgeführt wurden.



Abb.209: Entfernung der craquelierten Beilackierung

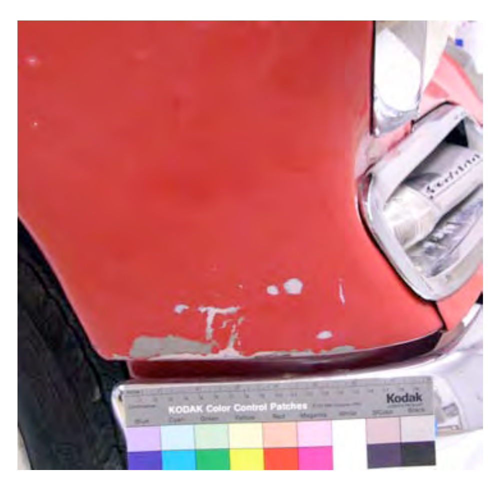


Abb.210: Bild nach der Reinigung



Abb.211: Entfernte Beilackierung und Retuschen

Auf die weiteren Massnahmen die getroffen wurden, um die darunter liegenden alten Reparaturen wieder zu verdecken, wird in Kapitel 10.5 eingegangen.

Die Beilackierungen von Phase 4 (gemäss Kapitel 7.4) konnten mit Lösemittel nur durch intensivste Reibung und Lösemittelpenetration entfernt werden. Als geeignetere Methode erwies sich der Nassschliff mit Körnung 600. Da die Beilackierungen in knalligerem Rot („Ferrarirot") als der darunter liegende Lack ausgeführt wurden, konnten die Grenzen der beiden Schichten gut erkennt werden und die Beilackierung somit abgeschliffen werden, ohne den Lack von Phase 2 zu beeinträchtigen.

Es war bei dieser Freilegung klar, dass die Beilackierungen aus einem Grund gesprüht wurden und damit zu rechnen war, dass sich darunter alte Reparaturen befinden dürften. Die Massnahme kann als radikal bezeichnet werden. Der Autor mutete sich jedoch zu, die

Reparatur und die Beilackierung partieller und auch besser als sein Vorgänger ausführen zu können, damit das Gesamtbild der Lackierung harmonischer wird.



Abb.212: Beilackierung vor dem Nassschliff



Abb.213: Nassschliff mit Körnung 600

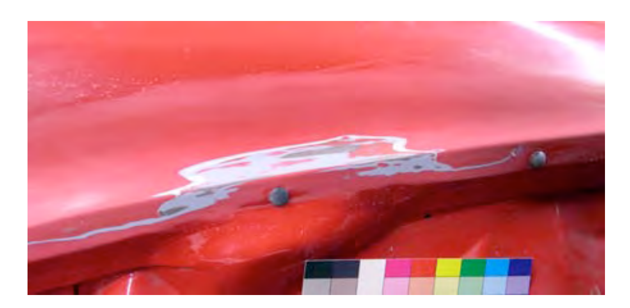


Abb.214: Rechte Seite Motorhaube nach dem Schliff



Abb.215: Linke Seite Motorhaube nach dem Schliff



Abb.216: Detailaufnahme des Schliffs linke Seite

Die nebenstehende Abbildung zeigt die verschiedenen Lackschichten, die sich unter der Beilackierung befanden: Roter Lack von Phase 2 mit Vorlack (hellgrau) und Füller (weiss), darunter der alte Decklack der Werkslackierung (rotbraun), Füllerschicht und schliesslich das blanke Blech.

Die Freilegung der Beilackierung des rechten vorderen Kotflügels wurde auch durch einen Nassschliff entfernt. Dabei konnte ein Grossteil der Lackierung von Phase 2 befreit werden von den späteren Beilackierungen, die weit über den eigentlichen Schaden mit dessen Spachtelung hinaus ausgewolkt worden waren, um die Farbdifferenz zum Lack Phase 2 zu

vertuschen. Die alte Reparatur war doch eher grösseren Ausmasses als erwartet. Grund und Zeitpunkt der Reparaturen, die zu den erwähnten Beilackierungen geführt haben bleiben weiterhin unklar. Ungewöhnlich ist vor allem das Schadensbild neben der Motorhaube, wobei die Motorhaube selbst nicht betroffen war. Eine Erklärung für die Art eines solchen Unfalles kann nicht gegeben werden. Bei dem Unfall am Kotflügel dürfte es sich anhand der Reparatur um eine seitliche Kollision mit einem anderen Fahrzeug gehandelt haben.



Abb.217: Alte Reparatur und Ausmass der Beilackierung (matt)

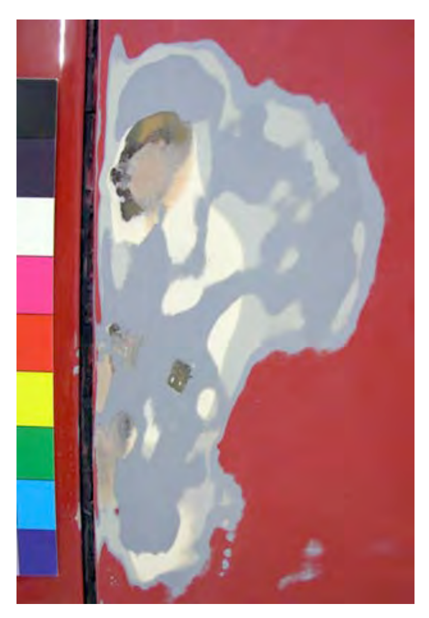


Abb.218: Detail der Reparatur

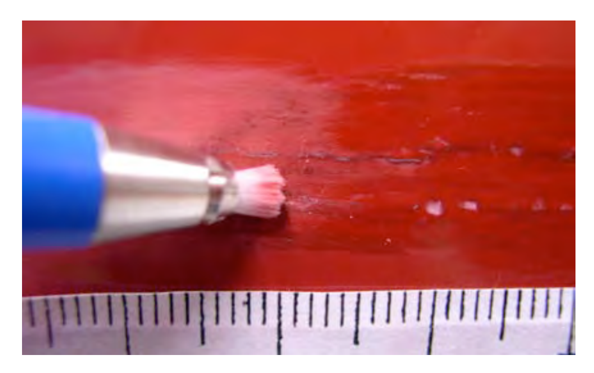
Die Schäden am Fahrzeug wurden mit der Freilegung der Beilackierungen offensichtlich ausgeweitet. Können aber als sinnvoll betrachtet werden, da dadurch auch ein grossteil der überspritzten Lackierung von Phase 2 gerettet werden konnte. Auf die Retuschierung der nun neu ersichtlichen Altreparaturen wird in Kapitel 10.4, Beilackierungen, und 10.5, Retuschierungen, für die Stellen des entfernten und craquelierten Nitrolacks eingegangen.

Nagellackretuschen

Die unzähligen Kratzer durch Steinschlag, Fahrfehler, Vandalismus etc. waren meistens mit einem zu dunklen Lack überpinselt worden und waren über das ganze Fahrzeug verteilt.

Ob es sich tatsächlich um einen Nagellack handelte ist nicht ganz klar, jedenfalls konnte die Farbe bei glattem Untergrund auch mit Aceton oder White Spirit leicht entfernt werden, was für einen Nitrolack spricht. Nagellack selbst besteht aus einem Anteil von Cellulosenitratlack. Auf die Verwendung von Nagellackentferner wurde trotzdem verzichtet.

Um den Untergrund für eine spätere Retuschierung besser vorzubereiten wurde aber meistens mit einem Glasfaserstift gearbeitet. Die Altretuschen konnten damit besser entfernt und die eigentlichen Kratzer gleichzeitig egalisiert werden, da an den Rändern der Schäden oft kleinste Verwerfungen zu finden waren.


Abb.219: Freilegung mit dem Glasfaserstift

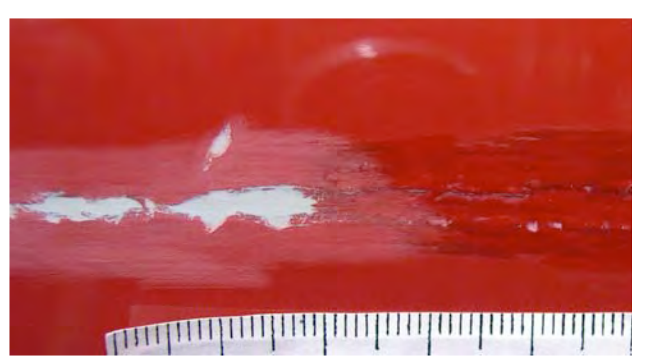

Abb.220: Teil der freigelegten Nagellackretusche



Abb.222: Freilegungen an der Fahrertür



Abb.221: Freilegung der Striemen am rechten Heck

Dass Teile der zu erhaltenden Lackierung dabei mit geschliffen werden mussten war klar. Man erkennt dies an der Mattierung um die hellen Stellen der Füllerschicht. Bis auf wenige Ausnahmen hat sich der Lackverlust nur bis in die Füllerschicht zugetragen. Verluste bis auf das Stahlblech bildeten eine Ausnahme. Auf die Retuschierung der Schäden wird in Kapitel 10.5 eingegangen.

10.3 Farbfindung

Die Untersuchungen zu den Lacken von Phase 2 und 3 ergaben keine völlige Klarheit über deren Bestandteile (styrolisiertes Alkydharz). Zudem sind solche Lacke heute schwer erhältlich und eignen sich angeblich (Kap. 6.1.2.2.) auch nicht zu Decklack Anstrichen. Auch wenn der Lack als Rohstoff erhältlich gewesen wäre, hätte dessen Pigmentierung, Sikkativierung oder ggf. Weichmachung etc. zu weiteren Experimenten geführt. Eine

Applizierung auf das Fahrzeug und eine längerfristige Garantie für die Beständigkeit wäre unmöglich gewesen.

Wie erwähnt, wurde deshalb auf ein modernes, bewährtes, leicht mischbares und erhältliches Lacksystem zurückgegriffen. Die Infrastruktur hierfür wurde freundlicherweise von Fisler AG in Bümpliz Süd kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die Farbabmischung gestaltete sich trotzdem eher schwierig, im Bewusstsein, dass diese von eminenter Wichtigkeit ist für das Endresultat. Anhand der Farbmessungen eine Farbe mischen zu lassen stellte sich leider als Illusion heraus. Das CIE-L*a*b* Farbsystem wird für die Farbmischung in Autolackierereien nicht verwendet. Die ausgeliehenen etwa 400 einzelnen Rot-Töne wurden im Atelier der Hochschule mit dem Fahrzeug verglichen. Der Entscheid für eine genau passende Farbe war ohne Erfahrungswerte äusserst schwierig. Daher sollte eine Farbe des NCS-Systems weiterhelfen. Die Farbe Y80R – R20B war jedoch, trotz Benutzung des NCS-Systems, nicht im Rechner des Farbmischgerätes enthalten.

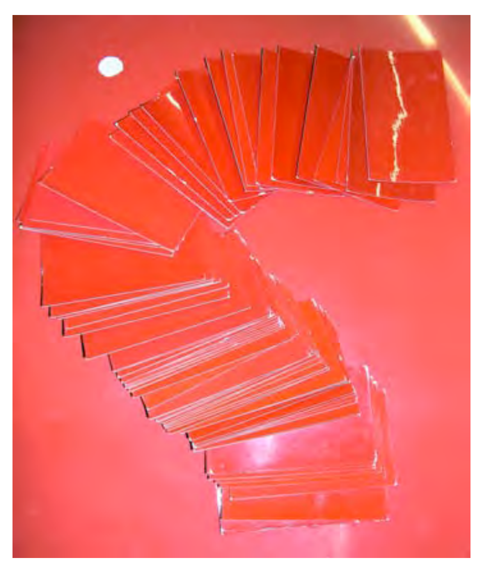



Abb..223: Colormaster Farbkarten

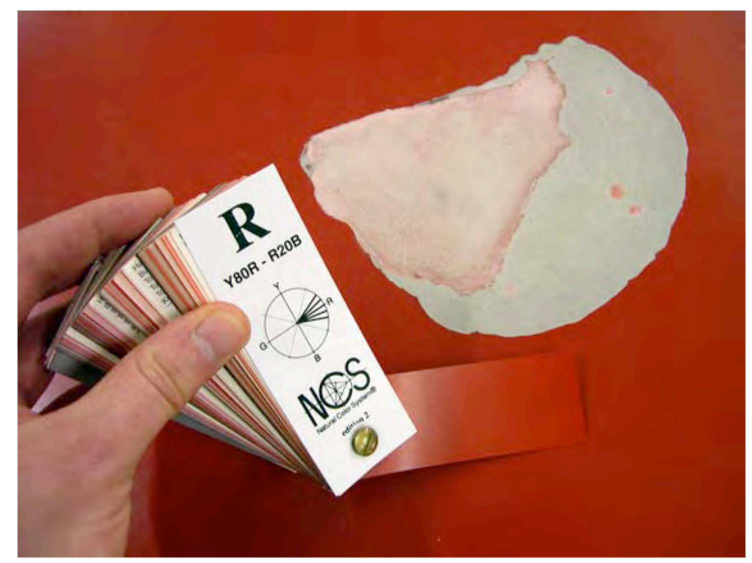


Abb.224: NCS Farbkarten

Da das Fahrzeug nur mit grösseren Umständen aus dem Atelier gefahren werden konnte, um in der Autolackiererei die Farbe abzumischen, wurde schliesslich anhand eines Farbmüsterchens, gewonnen durch das Aufschneiden einer Blase des Decklacks auf der Motorhaube, eine passende Farbe zusammengemischt. Anhand des Decklackmusters wurde schliesslich zusammen mit Jürg Schmitter, Mitarbeiter der Fisler AG, die Farbe 8276 A der Colormaster Farbkarten des Farbenherstellers (R-M von BASF) als ähnlichstes Rot eruiert, das auch dann aber noch abgetönt werden musste. Die Daten für die Farbmischung konnten dem System zugehörigen Rechner entnommen und die Anteile der einzelnen Farben auf der Waage abgelesen werden.

Für die Farbe **8276 A** ergab folgende Rezeptur:

- SC 01 (Transparenter Härter)	9,8 g	
- SC 67 (Beige)	39,4 g	
- SC 82 (Rot organisch)	22,4 g	
- SC 10 (Transparenter Zusatzlack)	15,0 g	
- SC 29 (Schwarz)	7,6 g	
- SC 99 (Weiss)	7,4 g	
- SC 88 (Rot bläulich)	3,6 g	Total: 105,1 g

Abtönung dieser Grundfarbe mit 1,2 g Schwarz, 1,2 g Rot bläulich und 0,9 g Weiss



Abb.225: Grundfarben für die Reparatur von Autolacken (Fisler AG)



Abb.226: Rechner und Waage

Die Farbmischung von rund 100g Decklack konnte mit dem Härter H 9000 (Isocyanat) und dem zugehörigen Verdünner Actiflash mitgenommen und getestet werden. Das Mischverhältnis wird mit 4:1:1 festgelegt (Datenblätter im Anhang).
Nach ersten Versuchen stellte sich heraus, dass die Farbe zu beige und zu dunkel war. Die Retuschierungen am Wagen wurden deshalb hinausgezögert.
Nach der in Kapitel 10.2 abgeschlossenen Freilegungen wurde entschieden, dass es sinnvoller wäre, für die Retuschierung der Altreparaturen das Fahrzeug in die Spritzkabine der Fisler AG zu fahren, wo zum Einen der Arbeitsschutz und die nötige Infrastruktur gewährleistet und zum Anderen nicht das Atelier beim Sprühen in Mitleidenschaft gezogen wird. Des Weiteren konnte dann auch der Reparaturlack sachgemäss abgemischt und an die jeweils leicht unterschiedlichen Farbgebungen am Fahrzeug angepasst werden.

10.4 Beilackierungen

Um die entsprechenden Decklacke zu mischen, wurde jeweils eine Stelle von der Heckpartie von Phase 3 und der Frontpartien der Phase 2 poliert, um eine möglichst genaue Nachmischung zu erreichen, die dann auch nach der vorgesehenen Politur noch farblich stimmen sollte
Für die Lacke beider Phasen wurde die Colormaster Farbkarte 8280 A gewählt, die danach aber unterschiedlich abgetönt wurden.
Farbe 8280 A:

- SC 01 (Transparenter Härter)	94,5 g	
- SC 90 (Reinweiss)	53,0 g	
- SC 82 (Rot organisch)	71,4 g	
- SC 10 (Transparenter Lackzusatz)	149,5 g	
- SC 86 (Bordeauxrot)	191,7 g	
- SC 74 (Orange)	246,1 g	
- SC 77 (Oxidrot)	258,1 g	Total: 1064,1 g



Abb.227: Decklacke für Heck und Front/Seiten

Abtönung von 8280 A:
Heck: mit Reinweiss, Bordeauxrot und Rot organisch
Front: wenig Reinweiss und Bordeauxrot

Sowohl Farbmischung wie Abtönung wurden von einem erfahrenen Lackierer ausgeführt (Jürg Schmitter von Fisler AG).

Für das Spritzen einer zusätzlichen Füllerschicht wurden die Altreparaturen im Atelier der Hochschule vorbereitet. Das heisst, dass das Stahlblech der seitlichen Schäden neben der Motorhaube mit der 2K-Rostgrundierung versehen, mit dem 2K-Polyester gespachtelt und durch Nassschliff (600 Körnung) egalisiert und angepasst wurden. Für die Altreparatur am rechten vorderen Kotflügel reichte eine kleine Spachtelung und ein Nassschliff.
Zum Schutz der vorhandenen Lackierung wurde das Fahrzeug abgedeckt. Ein Überdruck in der Spritzkabine gewährleistete den Abzug von Lack- und Füllerpartikeln. Für das Aufbringen der Füllerschicht als Grundierung für den Decklack wurde eine Fliessbecherpistole mit 1,7 mm Düse benutzt.



Abb.228: Fliessbecherpistole mit Reglern für die Zerstäuberluft (seitlich), der Farbmenge (Rückseite oben), der Druckluftmenge (Rückseite unten) und dem Abzugbügel



Abb.229: Luftkappe der Fliessbecherpistole mit Farbdüse (Mitte), den kleinen Düsen für die Führungsluft und den grösseren Düsen für die Zerstäuberluft, die den Spritzstrahl definiert (Breit- bis Rundstrahl)

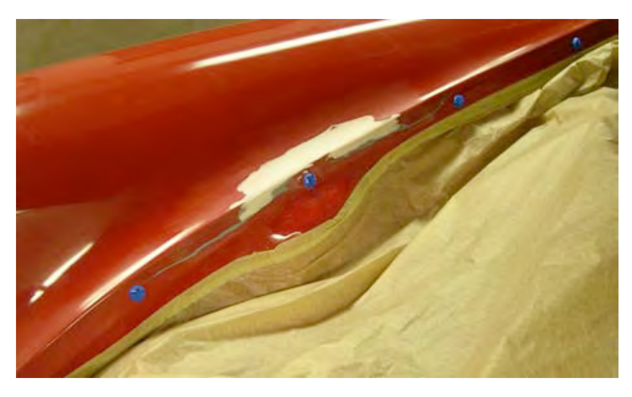


Abb.230: Vorbereitete Spachtelung rechts



Abb.231: Vorbereitete Spachtelung links



Abb.232: Gespritzte Füllerschicht Kotflügel

Nach dem Aufsprühen der Füllerschichten wurden diese nach deren Abtrocknung am nächsten Tag angeschliffen mit 400er Körnung für die Decklackierung.

Für die Reparaturlackierung des Primärschadens auf der Motorhaube wurde zusammen mit Herrn René Fisler ein ungewöhnlicher Versuch unternommen. Die Idee war, Anhand der Datenblätter von Füller und Decklack genau die erforderliche Schichtdickendiff-erenz aufzusprühen, um auf die gleiche Ebene der Kante des Altlacks zu gelangen. Die Schichtdickendiff-erenzen betragen gemäss Kapitel 6.2 zwischen 80 bis

120µm. Dabei wurde ein Nass-in-Nass Verfahren benutzt, bei dem auf die nasse, schleiffreie Füllerschicht direkt der Decklack gespritzt wird. Anhand des Datenblattes dieses sogenannten Multifillers werden bei einer Fliessbecherpistole mit Düsenaufsatz 1,4 bis 1,6 mm, ganz geöffnetem Lackdurchsatz und 2,5 bis 3 bar Spritzdruck in 2 Schichten 40µm Füller aufgetragen. Die Bestandteile des Füllers waren dabei Füller, Klarlack, Härter und Verdünner zu je einem Teil. Beim Decklack werden bei einer Fliessbecherpistole mit 1,4 bis 1,6mm Düse, einem Lackdurchsatz von 180 – 200 g/min und 3 bar Spritzdruck bei einer ersten dünnen und einer weiteren normalen Schicht zwischen 50 bis 60 µm aufgebracht (Datenblätter im Anhang).
Der Lack um den abgeplatzten Fleck auf der Motorhaube wurde möglichst präzise auf die Kante des Schadens mit transparenter Folie abgedeckt und eine Füllerschicht gemäss den oben erwähnten Angaben aufgesprüht (40µm) und darauf, nass in nass, der Decklack mit etwas mehr als 60µm.


Abb.233: Füllerschicht 40µm

Leider muss der Versuch als gescheitert betrachtet werden, da beim späteren Schliff des Decklacks der Füller an den Rändern des Schadens durchschimmerte. Der Fehler lag in der Abdeckung der Schadstelle, die beim Aufbringen der Füllerschicht über die Kante der Lackierung hinaus wenige Millimeter in den Schaden hinein hätte reichen, und die Abdeckung für den Decklack präzise auf die Kante gelegt werden müssen. Allerdings wäre dann ein nass-in-nass Verfahren nicht mehr möglich gewesen. Ohne einen nachträglichen Schliff des Decklacks wäre der Versuch möglicherweise Gelungen. Da die Schichtdickendifferenzen zwischen Schaden und Lackoberfläche zwischen 80 und 120µm betrugen, musste der Decklack jedoch geschliffen werden, um überall auf einer Ebene mit der Altlackierung zu bleiben. Das exakte Aufbringen von einer genau definierten Schichtdicke ist zudem auch bei den oben erwähnten Bedingungen immer noch abhängig von Erfahrungswerten eines Lackierers, der die genaue Anzahl benötigter Schichten bei einer partiellen Lackierung präzise auf die Schadstelle bringen kann. Eine „dünne" oder „dicke" Schicht Decklack müsste daher auch vom Lackhersteller noch genauer definiert werden.

Die Korrektur des misslungenen Versuchs des nass-in-nass Verfahrens auf der Motorhaube wird in Kapitel 10.5 behandelt.

Ein zufriedenstellendes Resultat lieferten jedoch die drei Beilackierungen an Kotflügel, und den beiden Seiten der Motorhaube:



Abb.234: Beilackierung rechts

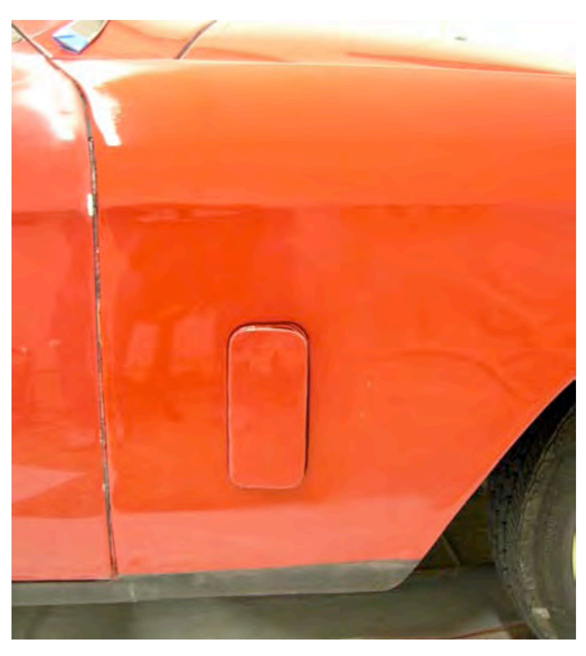


Abb.235: Beilackierung Kotflügel

Die Übergänge der Beilackierungen sind auf den gezeigten Bildern noch nicht mit 1200er Körnung geschliffen. Der Altlack zudem noch nicht poliert. Die neue Beilackierung kann insofern als Erfolg betrachtet werden, weil dadurch Teile der alten Lackierung von Phase 2 freigelegt und die Beilackierungen selbst im Farbton verbessert werden konnten.

10.5 Retuschierungen

Als Retuschierungen werden hier Schäden behandelt, die den Begriff der Retusche teilweise ausweiten. Für einige Schäden mussten für die eigentlichen Retuschen zuerst die Untergründe aufbereitet werden. Das heisst, dass dieses Kapitel auch die Kittungen oder Spachtelungen berücksichtigt. Um einen Überblick über die verschiedenen Arten der Retuschen und deren Problemstellung an Autolack aufzuzeigen, wird jeweils anhand einer Graphik die Problematik schematisch beschrieben. Die Graphiken zeigen jeweils den Querschnitt einer Lackschicht über 0,7mm, deren Schaden, Kittung, Retuschierung und Schliff.

Als ausschlaggebende Prinzipien, die unbedingt berücksichtigt werden müssen bei der partiellen Retuschierung monochromer Lackflächen und übertragbar sind auf Retuschierungen im Allgemeinen sind:

Farbtreue: Ohne den farblich korrekt an den Altlack angepassten Retuschenlack bleibt jeder Versuch einer Retusche, die sich in die monochrome Umgebung einpassen soll erfolglos.

Ebenentreue: Der Begriff meint, dass sich die Retusche in ihrer Höhe nicht unter oder über der Ebene der Oberfläche der Lackierung befinden darf. Das heisst, dass keine Kanten oder gar Fugen zwischen den Grenzflächen von Altlack und Retusche sein sollten. Dies kann praktisch nur durch den Schliff der Retusche erfolgen. Dabei ist natürlich darauf zu achten, dass der Decklack des Altlacks möglichst wenig gedünnt oder gar abgeschliffen wird.

Oberflächentreue: Damit ist die Textur oder Struktur der planen Oberfläche der Retusche gemeint. Dieses Prinzip ist vor allem durch die Politur, und im Vergleich zu den beiden oberen Prinzipien, eher leicht zu erfüllen.

10.5.1 Kratzer

Die Schäden und deren Behebung unterscheiden sich in erster Linie durch deren Gegebenheit in vertikaler oder horizontaler Form.

Die Retuschen erfolgten in beiden Fällen direkt mit dem mehrschichtigen Auftrag von Decklack mit einem sehr feinen Pinsel.

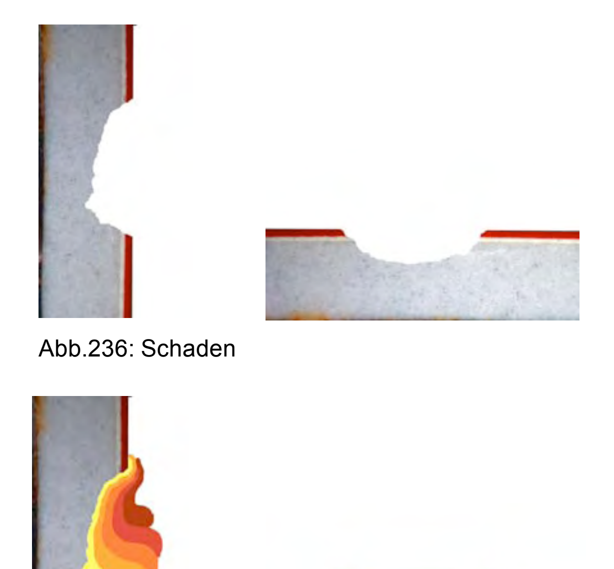


Abb.236: Schaden

Abb.237: Retusche

Die unterschiedliche Farbgebung meint den Auftrag und die Auslüftung/Trocknung je einer Schicht desselben Decklacks. Aufgrund der gegebenen Viskosität bilden sich in den Vertikalen im unteren Bereich so genannte Nasen, die mit einem Skalpell abgeschnitten oder abgeschliffen werden können.

Um die erwähnte Ebenentreue zu erreichen, muss die Retusche so geschliffen werden, dass keine Kannten zum Altlack stehen bleiben. Das grösste Problem stellt dabei die punktuelle Schleifung der Retusche dar, ohne den Altlack auf den darunter liegenden Füller zu dünnen. Die Farbgebung aller Schichten ist dem Altlack angepasst.

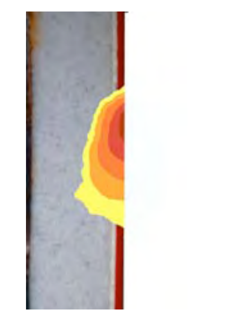




Abb.238: Schliff

Falls die Füllerschicht des Altlackes nach dem Schliff durchschimmern sollte, könnte auch eine nachträgliche punktuelle Decklackierung mit einer Airbrush-Pistole gespritzt werden.

Beispiele:

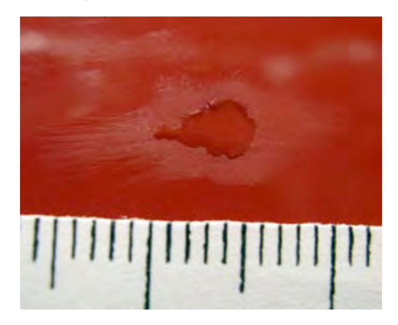


Abb.239: Steinschlagschaden



Abb.240: Länglicher Kratzer

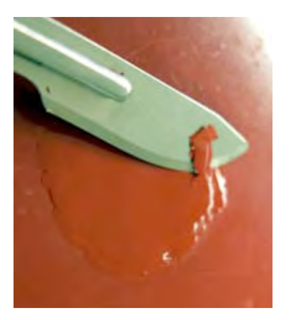


Abb.241: Kannte

Die Schäden der beiden ersten Bilder befinden sich in vertikaler Position und wurden mit Decklack retuschiert, wobei die letzten Schichten zur Erreichung der Ebene des Altlacks noch fehlen. Die Nasenbildung ist auf dem linken Bild zu erkennen. Das dritte Bild veranschaulicht die Abnahme überschüssigen Lackes oder einer Nase mit Hilfe eines Skalpells. Schliff und Politur sind noch nicht ausgeführt.

Danach muss die Retusche möglichst Punktgenau geschliffen werden um die Ebenentreue zu gewährleisten. Dafür wurden kleine Schleifklötzchen hergestellt und das Nassschleifpapier (400er, 600er, 800er und 1000er Körnung) zurechtgeschnitten. Eine punktgenauere oder einfachere Möglichkeit des Schliffes zur Erreichung der Ebene konnte bisher nicht gefunden werden. Konstruktive Ideen hierfür wären sehr willkommen.



Abb.242: Schliff einer Retusche

10.5.2 Lackverluste bis auf das Karosserieblech

Diese Schäden sind meistens grossflächiger als Kratzer, waren am Fahrzeug jedoch eher seltener. Da auch die Tiefe des Schadens höher ist und um die Korrosionsbildung am Stahlblech zu verhindern, kann hier nicht mit schichtweisem Auftrag von Decklack gearbeitet werden.



Abb.243: Schaden

Vor dem Auftrag der Rostschutzgrundierung (dunkelgrau), sollte das Blech der Karosserie entrostet und gereinigt werden. Darüber wird die Spachtelmasse aufgebracht. Zum Schutz des Altlacks wird dieser vorzugsweise durch eine transparente Folie geschützt. Der Auftrag der Spachtelmasse kann über die Lackkante führen.



Abb.244 Spachtelung

Wird die Spachtelmasse auf die Ebene des Altlacks geschliffen und darüber die Retusche gelegt, wird beim nachträglichen Schliff die Spachtelmasse wieder sichtbar.
In diesem Fall müsste entweder eine Decklackschicht mit Airbrush aufgebracht werden, was nicht im Sinne einer punktuellen Retusche liegt, oder Retusche und Spachtelung werden nochmals geschliffen und unter die Ebene des Altlacks gelegt gemäss den folgenden Graphiken.



Abb.245: Falsche Retusche 1



Abb.246: Falsche Retusche 2



Abb.247: Richtiger Schliff

Auf die tiefere Ebene der Spachtelung kann nur die Retuschierung mit dem Pinsel in mehreren Schichten erfolgen bis diese über die Ebene des Altlacks hinausreicht.



Abb.248: Richtige Retusche

Überstehender Decklack wird nun wiederum entfernt und die Retusche geschliffen.
Nach der Politur über die ganze Fläche von Altlack und Retusche sollte diese im Idealfall nicht mehr zu sehen sein.



Abb.249: Ideale retuschierte Spachtelung nach dem Schliff

Beispiele:



Abb.250: Entfernung der Korrosion am Karosserieblech.



Abb.251: Reinigung mit Aceton

Die Schadstellen werden, ggf. nach der Freilegung, geschliffen, um die Korrosionsreste auf dem Karosserieblech zu entfernen. Dies kann manuell mit Schleifpapier oder wie im gezeigten Fall mit einem Elektroschleifer mit entsprechendem Schleifaufsatz geschehen. Die Neutralisierung der Korrosion mit Phosphorsäure ist im Falle punktueller Retuschen aufgrund einer allfälligen Beeinträchtigung des Altlacks eher problematisch.
Das geschliffene Blech wird daraufhin mit Aceton gereinigt und entfettet. Die Rostschutzgrundierung gewährleistet den Schutz vor neuer Korrosionsbildung.
Zum Schutz des Altlacks für die Spachtelung wird Dieser vorzugsweise mit einer transparenten, selbstklebenden Folie überzogen und die zu spachtelnde Stelle frei geschnitten.



Abb.252: Rostschutzgrundierung (2K-Epoxy)



Abb.253: Folie zum Schutz des Altlacks

Die Spachtelmasse (hier 2K-Polyesterspachtel) wird aufgetragen und entsprechend modelliert. Beim Härteprozess können überstehende Teile leicht abgeschnitten werden, um den nachträglichen Schliff bei voller Durchtrocknung zu erleichtern.



Abb.254: Spachtelung (2K-Polyester)

Die Spachtelmasse wird geschliffen und in die gewünschte Form gebracht. Die Ebene der geschliffenen Spachtelung wird dabei möglichst unter diejenige des Altlacks gelegt.

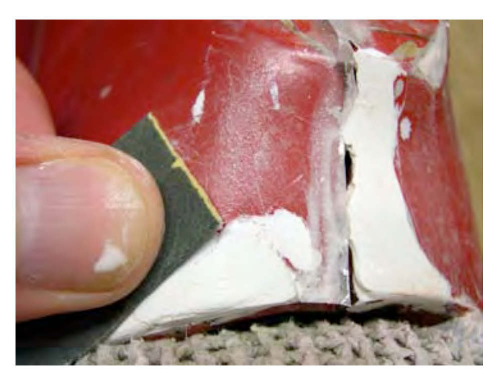


Abb.255: Schliff

Die Schutzfolie wird entfernt und die Kittung von Schleifwasser und anderen Verunreinigungen befreit. Isopropanol oder schwache Lösemittel sind hier dem Aceton vorzuziehen, um eine oberflächliche Lösung der Kittung zu vermeiden. Vor dem nun folgenden Decklackanstrich sollten diese natürlich verdampft und die Kittung trocken sein.



Abb.256: Fertige Kittung

Erfolgt die Retusche mit einem Pinsel, muss diese nachträglich geschliffen werden und die Kittung deshalb unterhalb der Kannte der Altlackierung liegen. Wird die Retusche gespritzt, kann auf einen Schliff möglicherweise verzichtet werden und die Kittung auf gleicher Ebene liegen wie der Altlack.



Abb.257: Retusche mit Decklack

Der nachträgliche Schliff und die Politur integrieren die retuschierte Stelle im Idealfall an die Altlackierung, so dass diese später nicht mehr als solche zu erkennen ist.



Abb.258: Retusche nach Schliff und Politur

10.5.3 Verwerfungen

Im Falle einer Verwerfung der Oberfläche gestaltet sich eine zufriedenstellende punktuelle Retusche eher schwieriger. Die Verwerfungen können, wie in diesem Fall durch eine Verletzung der gesamten Lackschicht bis auf das Karosserieblech in Form eines Risses entstanden sein. Dabei dringt Wasser in den Riss und das Blech korrodiert. Dadurch werden Lackschollen vom Blech gelöst und heben sich ab.



Abb.259: Schaden

Die entstandenen Lackschollen können durch Klebstoffe (z.B. Paraloid), die mit einer Spritze in die Risse eingebracht werden und dort durch Kapillarkräfte auch unter die Schollen gelangen und die Leerräume füllen, gefestigt werden. Die Schollen lassen sich im Idealfall durch Druck wieder auf die ursprüngliche Ebene der Oberfläche kleben.



Abb.260: Festigung

Da die Unterrostung nicht entfernt werden kann ohne den Lack zu verletzen ist die Erreichung der Ebenentreue eher die Ausnahme. Die Risse müssen deshalb möglichst abgedichtet werden, um eine weitere Korrosionsbildung zu unterbinden. Die Risse werden dabei noch mit Decklack retuschiert.

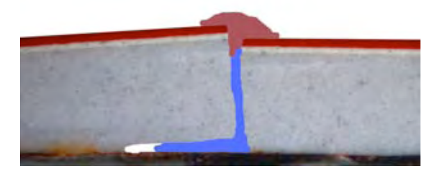


Abb.261: Retuschierung Riss

Beim Schliff und der Einebnung der Verwerfung mit der Retusche wird der Altlack auf der Verwerfung mit geschliffen und die Füllerschicht kommt zum Vorschein. Zur Vermeidung könnte sich die Retusche des Risses auf die Kannte der Verwerfung reduzieren und auf einen Schliff verzichtet werden. Die Verwerfung wäre aber noch vorhanden und sichtbar und würde bei einer Politur möglicherweise aufgerissen.



Abb.262: Problematischer Schliff

Kommt bei der Einebnung der Verwerfung der Füller zum Vorschein, kann nur noch eine gesprühte Retuschierung Abhilfe schaffen.



Abb.263: Decklackierung

Beispiele:

Von diesem Problem, dass beim Schliff der retuschierten Stellen der Altlack an den Grenzflächen zur Retusche mit geschliffen wurde, war in erster Linie die Heckpartie mit den gefestigten Rissen und deren Verwerfungen betroffen:



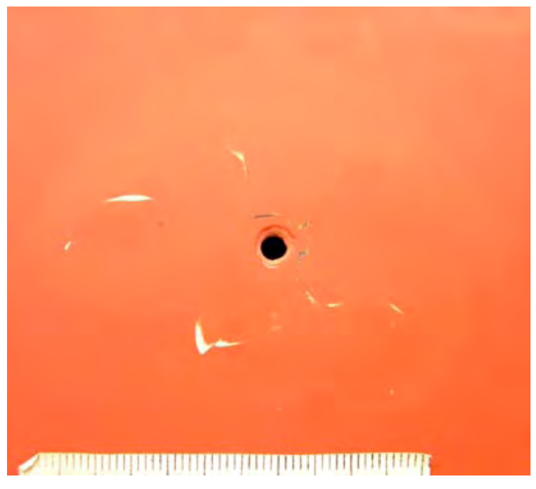


Abb.264 und 265: Heckpartie mit den gefestigten, retuschierten und überschliffenen Rissbildungen. Beim Schliff wurde die Verwerfung des Altacks zwangsläufig mitgeschliffen und die Füllerschicht darunter kam zum Vorschein.



Abb.266: Detailaufnahme des retuschierten Primärschadens auf der Motorhaube.

Das Problem der nun sichtbaren Füllerschicht konnte nur mit einer partiellen Überspritzung behoben werden die sich als die grösste Schwierigkeit der gesamten Restaurierung herausstellte:

Durch die relativ grossflächigen Schäden am Heck und auf der Motorhaube musste der zu spritzende Lack farblich absolut genau an die Farbgebung der Altlackierung angepasst werden. Die unterschiedliche Farbgebung zwischen angeschliffenem und später poliertem Lack erschwerte die Farbmischung zusätzlich. Die beiden bereits angepassten Decklacke genügten in ihrer farblichen Abstimmung an die Schäden von Motorhaube und Heckpartien nicht, so dass diese speziell nochmals individuell an die beiden Schadstellen angepasst werden mussten. Bis diese Retuschen farblich zum Altlack passten mussten diese leider drei Mal wiederholt werden, bis dann endlich eine zufrieden stellende Integration und beinahe Unsichtbarkeit der Retuschen glückte. Die Schwierigkeit der farblichen Anpassung wurde bereits bei den

Farbmessungen am Lack (Kap. 6.3.3) geahnt, die tatsächliche Schwierigkeit dann aber erst bei der Umsetzung der Retuschierung bewusst wahrgenommen.

Für die ersten gespritzten Retuschen wurde ein Airbrush-Gerät benutzt mit einer Düsenöffnung von 0,2 mm. Da ein 2K-Autolack für Airbrush mit dieser Düsengrösse grundsätzlich zu Viskos ist, wurde der Lack höher verdünnt als in den Datenblättern des Lackherstellers angegeben. Das farblich unpassende Resultat der ersten grossflächigen Retuschen wurde deshalb der Verdünnung zugeschrieben. Die benutzten Fliessbecherpistolen für den zweiten Versuch einer passenden Retusche waren ältere englische Produkte mit Düsenöffnungen von 1 und 2 mm. Das Spritzbild war dadurch grösser und eine absolut punktuelle Sprühung natürlich schwieriger als bei einem Airbrushgerät. Der Lack konnte jedoch ohne höhere Verdünnung gespritzt werden. Das Resultat der Retusche war danach aber auch nicht zufrieden stellend, so dass das Problem nicht an der Verdünnung, sondern an der Farbgebung selbst liegen musste.



Abb.268: Fliesbecherpistolen mit 1 und 2 mm Düsen



Abb.267: Airbrush mit 0,2 mm Düse

Für die Mischung der präzisen Farbgebung reichten jeweils vier Milliliter des Grundfarbtons, die danach tropfenweise mit den Grundfarben dem Altlack angepasst wurden.
Ob die Farbgebung wirklich passend war, konnte dabei erst nach einer Politur richtig beurteilt werden. Das Problem dabei war, dass Altlack und Retuschenlack durch ihre differierende Härte auch verschieden auf die Politur reagierten und sich damit die ursprünglich passende Farbgebung wieder änderte. Das Problem wurde anfangs den Spritzpistolen und den jeweils

benötigten Viskositäten zugeschrieben. Doch auch die Applizierung mit 3 unterschiedlichen Pistolentypen löste das Problem nicht.



Abb.269: Bereits abgeglichene Farbtöne für Front- und Heckpartie, daneben die Grundfarben für die individuelle Farbabgleichung für die beiden grossflächigen Retuschen.



Abb.270: Individueller Farbabgleich anhand einer Musterkarte.

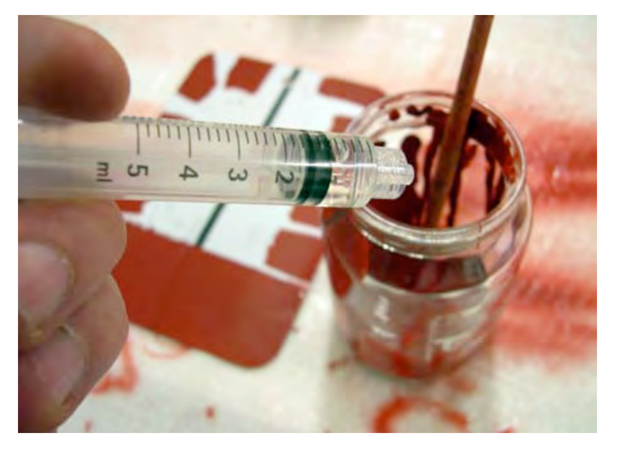


Abb.271: Individueller Farbabgleich anhand kleinster Lackmengen.



Abb.272: Punktuelle Retuschierung der Heckpartien mit dem Airbrush



Abb.273: Dritter und letzter Versuch einer perfekt an den Altlack angepassten punktuellen Retuschierung auf der Motorhaube vor der Trocknung und der anschliessenden Politur.



Abb.274: Das Auto vor der Gesamtpolitur

10.5.4 Sonstige Retuschen und behobene Schäden

Neben den Retuschierungen am Autolack selbst, wurden um dem Anspruch eines harmonischen Gesamtbildes des Studebakers gerecht zu werden, einige kleinere Retuschierungen am Kofferraumgriff und der Beschichtung der Innenseite der Kühlergrille vorgenommen. Die Retuschen wurden mit Lascaux Acrylfarben und Pinsel ausgeführt. Die Anpassung der Glanzgrade wurde mit Glanz- oder Mattierungsmittel des gleichen Herstellers jeweils der Altbeschichtung angepasst. Die Reversibilität ist dabei gegeben – die Retuschen können mit Aceton problemlos entfernt werden. Insofern ist eher fraglich, ob nicht für eine Wetterfestigkeit noch ein zusätzlicher Klarlacküberzug (zb. mit Paraloid) erfolgen sollte.

Beschichtung Kühlergrille



Abb.275: Partieller Verlust der Beschichtung

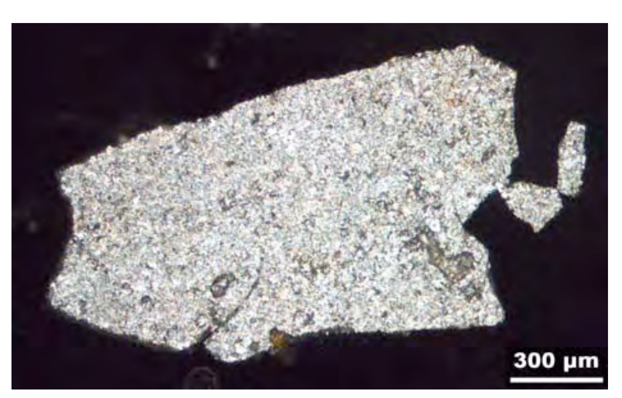


Abb.276: Beschichtung in PPL bei 5facher Vergrösserung

Die Untersuchung der Beschichtung ergab, dass es sich um Aluminiumpulver handelt. Alkyd als Bindemittel wird vermutet.

Für die Retuschen wurden Vorversuche mit in kurzöligem Alkydharz und Paraloid B72 gelöstem Aluminiumpulver gemacht. Die besten Resultate konnten jedoch mit einer Fertigmischung von Acryl Aluminiumfarbe von Lascaux erreicht werden, da diese sowohl farblich als auch im Glanzgrad gemäss der Patina auf der Altbeschichtung angepasst werden konnte.





Abb.277 und 278: Innenbeschichtung der Kühlergrille nach der Retuschierung.

Beschichtung Kofferraumgriff

Auch bei der Retusche der Grundbeschichtung des reliefierten Studebaker-Schriftzuges am Kofferraumgriff wurde auf die Acryl-Künstlerfarben von Lascaux zurückgegriffen und der Glanzgrad mit Glanzzusatz angepasst.



Abb.279: Kofferaumgriff vor der Retuschierung



Abb.280: Kofferraumgriff nach der Retuschierung

Felgen

Alle vier Felgen wiesen an einigen Stellen Abplatzungen der roten Beschichtung und oberflächliche Korrosion auf. Die Korrosion wurde mit Schleifpapier entfernt und mit Aceton gereinigt, mit einer 2K-Rostschutzgrundierung versehen und mit demselben Decklack der Karosserielackierung partiell retuschiert. Auf die Dokumentation der Retuschierung aller Felgen wird verzichtet und exemplarisch die des hinteren linken Rades mit der grössten Korrosionsbildung gezeigt.





Abb.281 und 282: Felge mit weisser Rostschutzgrundierung und nachträglicher Retuschierung mit Decklack

Abdeckleiste

Auf beiden Seiten des Fahrzeuges auf Höhe der hinteren Fenster wurden die Fugen der beiden Karosseriebleche von hinterer Flanke und Kofferraum mit einer Leiste geschlossen. Dieses vorgehen kann als konstruktiver Mangel angesehen werden. Ist jedoch so zu verstehen, das die Pressung eines gesamten Bleches der Heckpartie sehr aufwendig und unüblich oder möglicherweise sogar unmöglich war in 1953. Die Leiste diente dabei als Abdichtung und Schliessung der Fugen zwischen den Karosserieteilen. Die Stellen sind dadurch, wie sich gezeigt hat, jedoch korrosionsanfällig. Der Versuch, diese beiden Leisten zu lösen und zu retuschieren war unmöglich. Die Korrosion der Befestigung der Leisten war in dem Masse fortgeschritten, dass diese sich durch deren korrosive Ausdehnung des dünnen Bleches nicht mehr lösen liessen. Die Leisten wurden bei diesem Versuch leider zerstört und mussten ersetzt werden. Dadurch konnte jedoch die fortgeschrittene Korrosion in den Fugen behoben werden.

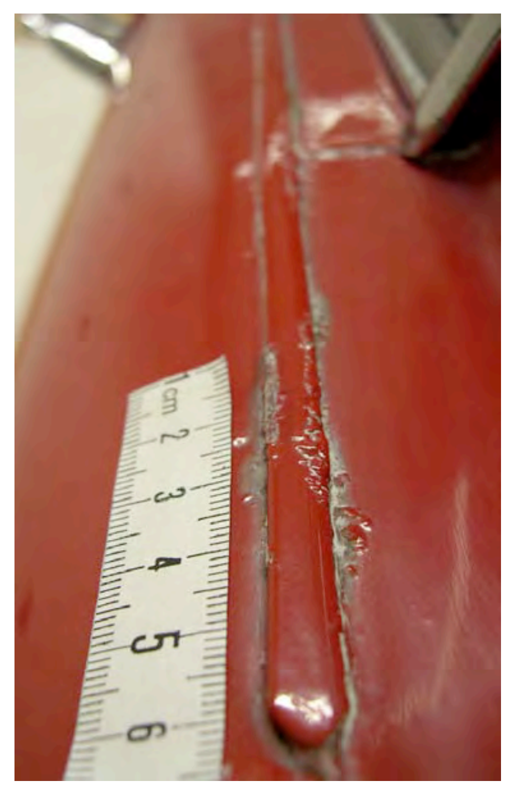


Abb.284: Korrodierte Abdeckleiste (links)

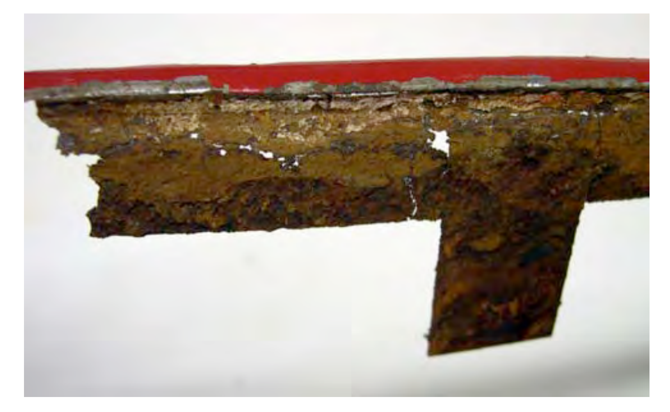


Abb.283: Entfernte Leiste



Abb.285: Rostbildung in den Fugen der Karrosierteile

Nach der Entfernung der Leisten konnten die korrodierten Fugen geschliffen, neu grundiert und mit Decklack versehen werden.

Die Leisten wurden mit in ihrer Form identischen Zinkblechen, die ebenfalls grundiert und lackiert wurden. Zur Abdichtung der Fuge wurde zuerst eine Acryl-Dichtungsmasse in den Zwischenraum gefüllt und die neue Leiste darauf geklebt. Ein erneuter Anstrich mit Decklack füllte die restlichen Zwischenräume zusätzlich, so dass die Abdichtung wieder gewährleistet ist.



Abb.286: Linke Fuge nach Entfernung der Korrosion mit dem Elektroschleifer



Abb.287: Linke Fuge nach der Grundierung mit 2K-Epoxy-Rostschutzgrundierung

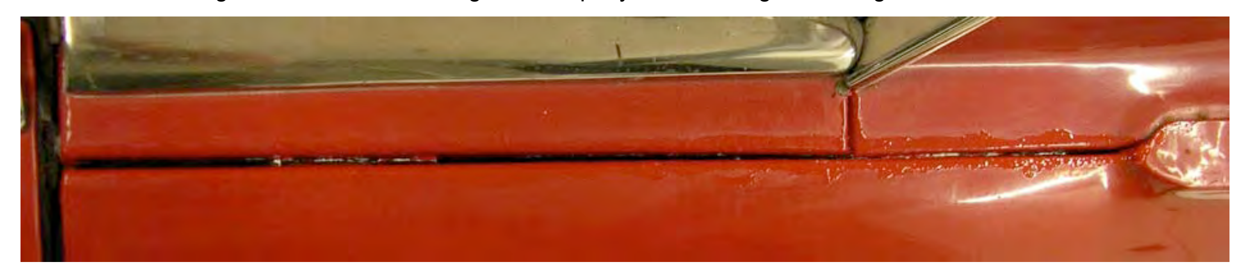


Abb.288: Linke Fuge nach dem Auftrag des Decklacks



Abb.289: Abdichtung

Nach dem Schliff des Decklacks wurden die Fugen Acryl-Dichtungsmasse geschlossen. Um eine spätere Übermalung mit Decklack zu gewährleisten, wurde auf Silikondichtungsmasse verzichtet. Sowohl Haftung des Decklacks, als auch Klebkraft der Acrylmasse für die Leiste selbst wurden vorgehend getestet.

Das Endresultat wird in Kapitel 12., Ergebnisse gezeigt.

11. Konservierung

Die Grenzen zwischen restauratorischen und konservatorischen Eingriffen können teilweise fliessend sein. Als Konservierung werden hier in erster Linie Massnahmen dokumentiert, die sich auf eine Reinigung beschränkten oder die originale Lackierung durch anderweitige Massnahmen geschützt, gepflegt oder aufgewertet werden konnte. Dafür wurden ausschliesslich die erwähnten Produkte von Swizöl verwendet, die als eher teure Pflegeprodukte für Veteranenfahrzeuge empfohlen werden und die höchsten Standards in der Lackpflege erfüllen.

Auch hier musste jedoch der Fokus der Diplomarbeit im Sinne eines harmonischen Gesamtbildes über die eigentliche Lackierung hinaus führen.

11.1 Reinigungen

Neben der Reinigung der Altlackierung selbst mussten vor allem verchromte Zierelemente oder Kannten und Hohlräume von Verschmutzungen befreit werden. Neben normaler Verschmutzung haftete vor allem auch altes Poliermittel in diversen kleinen Hohlräumen und Fugen.




Abb.290 und 291: Zierelement vor und nach der Reinigung von altem Poliermittel



Abb.292: Paintrubber

Die gesamte Altlackierung konnte mit dem „Paintrubber“ und dem „Quick Finish“ – einer Reinigungslösung von Swizöl von alten Verschmutzungen wie Insekten, Bienenkotgelöst usw. befreit werden.

11.2 Politur

Um das Fahrzeug wieder in altem Glanz erscheinen zu lassen, wurde die gesamte Lackierung nach den zahlreichen Retuschierungen poliert. Zu erwähnen ist hier, dass eine Politur nichts bringt, wenn der Lack davor nicht auf den entsprechenden Schleifgrad für die nachträgliche Politur gebracht wurde. Das heisst, dass Schliffbilder von einer Nassschleifung mit einer Körnung von unter 2000 auch nach der Politur noch zu sehen sein werden. Dies kann als klassischer Fehler einer Polierung betrachtet werden.
Sowohl Poliermittel wie entsprechende Polieraufsätze für die Polierung mit einer Poliermaschine wurden von Swizöl freundlicherweise unentgeltlich zur Verfügung gestellt.





Abb.293 und 294: Erste Politur mit Cleaner Fluid Strong und Lammfell bei 1000 bis 2000 Umdrehungen pro Minute, zweite Politur mit Cleaner Fluid Professional und Schaumstoff bei 1000 bis 2000 U./Min.



Abb.295: Letzte Politur

Bei der Politur war in erster Linie darauf zu achten, dass ein Verkannten mit der Poliermaschine unbedingt vermieden wird, da sonst neue Schäden im Lack entstanden wären. Reste von Poliermittel wurden nach der Politur jeweils abgewischt.

Die Letzte Politur erfolgte mit dem feinsten Poliermittel und dem feinsten Polituraufsatz aus Schaumstoff.

Die Bestandteile der Poliermittel sind Betriebs-geheimnisse – die polierenden Bestandteile bestehen jedoch angeblich aus Marmormehl.

11.3 Versiegelung und Schutz

Als Schutz und Versiegelung der Lackoberfläche war das Aufbringen eines speziellen Autowachses vorgesehen. Beim benutzten Wachs von Swizöl handelt es sich um eine Mischung aus Carnaubawachs und ätherischen Ölen. Das Wachs wurde mit einem speziellen Pad aufgebracht und anschliessend mit einem feinen Tuch einpoliert.

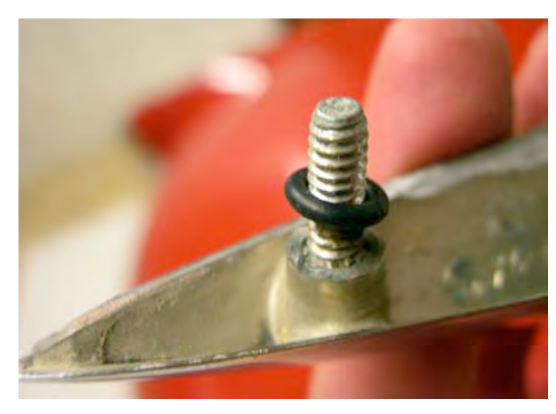


Abb.296: Gummiring zum Schutz des Lackes

Zum Schutz des Lackes vor neuen Erschütterungen und Schäden wurden degradierte Gummidichtungen von Kofferraumschloss ersetzt durch neue und Zierelemente anhand kleiner Gummiringe vor der Verletzung der Lackoberfläche geschützt.

12. Endergebnisse

Als Beleg für die Möglichkeiten partieller Retuschierungen an Autolacken und der nach einigen Anstrengungen doch noch geglückten Konservierung und Restaurierung des Studebakers von Lilo Pulver sollen hier Bilder und Endergebnis der Restaurierung dienen.



Abb.297.: Der Studebaker nach der Restaurierung und Politur im Atelier



Abb.298: Gesamtbild Rückseite



Abb.299: Detail des Kofferaumes



Abb.300: Beilackierung links vorne



Abb.301: Retuschen an der Fahrertür



Abb.302: Detail Fahrertüre



Abb.303: Detail, ersetzte Dichtungsleiste



Abb.304: Retuschen linke hintere Seite



Abb.305: Retuschen rechte hintere Seite



Abb.306: Retuschierte Kratzer Beifahrertür



Abb.307: Ersetzte Dichtungsleiste rechte Seite



Abb.308: Beilackierungen rechte vordere Seite



Abb.309: Detail Motorhaube mit Primärschaden

13. Literatur- und Abbildungsverzeichnis

Literatur:

Anselm D. (1999): Die Kfz-Reparaturlackierung. Würzburg: Vogel

Balke S. et al. (1960): Alkydharzlacke. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. Aufl., Band 11. München-Berlin: Urban und Schwarzenberg

BASF: Handbuch der Lackiertechnik. Verlag BASF

BASF (2005): Sicomin. Technische Information. Ludwigshafen: BASF

Biethan U. et al. (1978): Alkydharzlacke. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Aufl., Band 15. Weinheim: Verlag Chemie GmbH

Bradley J. et al. (1978): Packard, A History of the Motor Car and the Company. Princeton: Princeton Publishing Inc.

Bridges J. (1993): Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press

Brock T. et al. (1998): Lehrbuch der Lacktechnologie. Hannover: Vincentz

Cannon W.; Fox F. (1981): Studebaker – The Complete Story. Blue Ridge Summit: Tab Books Inc.

Deer W.A. et al. (1992): An introduction to the Rock-Forming Minerals. 2nd Edition. Essex: Pearson Education Limited

Deutsches Institut für Normung (1999): DIN Handbuch. Lacke, Anstrichstoffe u. ä. Beschichtungsstoffe, Band 1. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Drexler A. (1953): Ten Automobiles. New York: The Museum of Modern Art, Department of Architcture and Design.

Erskine A. (1924): History of the Studebaker Corporation. Chicago: R. R. Donnelley & Sons

Feldhaus U. (?): Technisches Kulturgut – zwischen Altöl und Chrom.

Feller R. (Hrsg.) (1986): Artists' Pigment. A Handbook of their history and characteristics. Vol.1. New York: Oxford University Pres

Fettis G. (1995): Automotive Paints and Coatings. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH

Furger A. (1993): Kutschen und Schlitten in der Schweiz. Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung

Glinz F. (2007): Die Weltwoche. Extraheft: Reichtum. Oldtimer, Spekulation auf Stahl und Blech. Zürich: Weltwoche Verlags AG

Deninger Dr. E., Patheiger Dr. M. (1971): Styrol als Rohstoff für Lackbindemittel und Lacke. In: Fette, Seifen, Anstrichmittel, 73. Jahrgang, Nr. 4.

Gulinsky Dr. E., Schmülling E. (1957): Die Analyse von Aldydharzen. In: Fette, Seifen, Anstrichmittel, 59. Jahrgang, Nr. 10.

Günther D. (1993): Schicke Schale. Oldtimer-Markt

Hamber B. et al. (1992): Die Autolackierung. Würzburg Vogel

Intax GmbH (2006/07): Folio-Car Farbkarte

Janis K. (2005): Restaurierungsethik im Kontext von Wissenschaft und Praxis. München: M-Verlag

Kerkhoff von den P.; Haagen H. (1995): Lackschadenkatalog. Würzburg: Vogel

Kittel H. (1960): Pigmente. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

Kittel H. (1998): Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, 2. Auflage. Band 1: Geschichte, Grundlagen, Naturstoffe, anorganische Bindemittel. Stuttgart: S. Hirzel Verlag

Kittel H. (1998): Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, 2. Auflage. Band 9: Verarbeitung von Lacken und Beschichtungsstoffen. Stuttgart: S. Hirzel Verlag

Koesling V. (1999): Wie restaurieren wir technisches Kulturgut? In: Restauro 6/99, Forum. Seiten 446 f.

Larsen K. (Hrsg.) (1995): Nara Conference on Authenticity in realation to the World Heritage Convention, Nara, Japan, 1.-6. November 1994, Proceedings. Trondheim

Martinez A.; Nory J.-L. (1981): Vom Cadillac zum Studebaker. Stuttgart: Motorbuch Verlag

Müller B., Poth U. (2003): Lackformulierung und Lackrezeptur. Hannover: Vincentz Verlag

Perrin F.X. et al. (2000): Artificial aging of acrylurethane and alkyd paints: a micro-ATR spectroscopic study. In: Polymer Degradation and Stability 70. Elsevier Science Ltd.

Petsch J. (1982): Geschichte des Auto-Design. Köln: DuMont

Phillips J. (2002): Das Kreiden von Titanweiss-Retuschen: Anmerkungen zur einschlägigen Literatur, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung.

Pulver L. (2000): Meine Wunder dauern etwas länger. Langen Müller

Sadowski F. (2000): Basiswissen Autoreparaturlackierung. Würzburg: Vogel Verlag

Schwenk E. (1986): 100 Jahre Automobil-Lackierung, Automobilbau. Sonderheft, Kunstharz Nachrichten. Frankfurt a. M.: Hoechst AG

Silvestrini N., Fischer E. (1998): Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft. Köln: DuMont

Studebaker Corporation (1953): Shop Manual 1953, Body Parts Catalog, Chassis Parts Catalog. Greenfield: Studebaker International

Studebaker Corporation (nach 1934): Diverse Prospekte. Zürich: Binelli & Ehrsam

Sydow K. (2005): Schäden am Autolack: Leitfaden zur Beurteilung und Beseitigung. Hannover: Vincentz Network

Verband der Automobilindustrie (2005): VDA- Empfehlung 280/3 Unilackierungen. Bissingen: Dokumentation Kraftfahrwesen

Waentig F. (1996): Zur Geschichte der Lacke im 20. Jahrhundert. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung.

Wagner H., Sax H.-F. (1971): Styrolisierte und acrylierte Ölalkydharze. In: Lackkunstharze. München: Carl Hauser Verlag

Ware Michael E., (1980): Restoration of Motor Cars. In: Yearbook of the International Association of Transport Museums. Volume 7. Gdansk

Wülfert S., (1998): Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden. Modul: Phänomen Farbe. Bern: Hochschule der Künste, Konservierung und Restaurierung

Ziobrowski B. (1973): Molybdat Orange. In: Pigment Handbook, Vol. 1. Properties and economics. New York: John Wiley & Sons

Internet:

Classic Data (2000): Wertdefinitionen und Zustandsnoten. Castrop-Rauxel. URL: http://www.classicdata.de/Classic-Data.noten.htm

CMG Worldwide (2005): Raymond Loewy, The Father of Industrial Design. URL: http://www.raymondloewy.com

Fachgruppe Autoreparaturlacke (2005): Geschichte der Autolackierung. URL: http://www.autoreparaturlacke.de

FIVA (Fédération International des Véhicules Anciens) (2004): Technical Code. URL: http://www.fiva.org/E/Tech/Code.htm

Gilthserano (2007): Die teuersten Oldtimer der Geschichte. URL: http://www.gilthserano.de/tow/worldwide/top-world-oldcar.html

Greve K. (2005): Lab – Die Farbe in der Computergrafik, 2.6. Lab. URL: http://www.farbe-computer.de

Pininfarina S.p.a. (2007): PDF Download: Timeline. URL: http://www.pininfarina.com

Polizei- und Militärdirektion des Kantons Bern (2007): Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt, Allgemeine Voraussetzungen für eine Anerkennung als Veteranenfahrzeug / Veteranenfahrzeuge. URL: http://www.pom.be.ch/site/print/index/-pom_svsa_index/pom_svsa_....htm

RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (2007): RAL Farben. Sankt Augustin. URL: http://www.ral.de/de/ral_farben/home/index.php

Raymond Loewy (2007): Biographie Raymond Loewy. URL: http://www.raymondloewy.com/about/bio.html

Scandinavian Colour Institute (2004): NCS – The Natural Color System. Stockholm. URL: https://www.ncscolour.com/webbizz/mainpaige/main.asp?unit=ncscc_de

VTT Industriebedarf (Verpackungs- und Transporttechnik) (2007): Produkt-Information Vermisol – Vermiculit. Lahr. URL: http://www.vtt-group.com/vermiculit.htm

Wikipedia (2007): Oldtimer. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Oldtimer

Abbildungen:

Falls nicht anders bezeichnet, stammen alle Abbildungen und Grafiken vom Autor.

Abb.2: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.3: **Cannon W.; Fox F. (1981):** Studebaker – The Complete Story. Blue Ridge Summit: Tab Books Inc.

Abb.4-9: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.10: **Internet:** Recherche zum 53er Modell, Homepage nicht mehr bekannt.

Abb.11: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.12-21: **Drexler A. (1953):** Ten Automobiles. New York: The Museum of Modern Art, Department of Architcture and Design.

Abb.22: **Internet:** Recherche zu Lilo Pulver. Homepage nicht mehr bekannt.

Abb.23: **Pulver G.,** Fotografie aus den 90er Jahren

Abb.24: **Studebaker Corporation (1953):** Chassis Parts Catalog

Abb.30-32: **Studebaker Corporation (1953):** Chassis Parts Catalog, Body Parts Catalog und Shop Manual

Abb.33-34: **Studebaker Corporation (1953):** Chassis Parts Catalog

Abb.37,38: **Studebaker Corporation (1953):** Chassis Parts Catalog

Abb.39: **Binelli und Ehrsam (1930):** Broschüre zum Freilauf

Abb.40: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.44,45: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.110: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.161,162: **Wikipedia (2007):** CIE-Normalvalenzsystem.
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/CIE-Normvalenzsystem

Abb.163-166: **Scandinavian Colour Institute (2004):** NCS – Natural Color System. Stockholm. URL: http://www.ncscolour.com/webbizz/mainpaige

Abb.167: **RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.** V. (2007): RAL Farben. Sankt Augustin. URL: http://www.ral.de/de/ral_farben/home/index.php

Abb.173: **Bridges J. (1993):** Studebakers Finest. Murfreesboro: Southern Heritage Press.

Abb.177: **Internet:** http://www.oldcars.fotki.com/1953-studebaker-cha

14. Anhang

14.1 Geschichte der Firma Studebaker

Zur Vollständigkeit der vorliegenden Arbeit wird in zusammenfassender Form auf die Geschichte der Firma Studebaker eingegangen. Eine ausführliche Aufarbeitung und deutsche Übersetzung der Firmengeschichte findet sich in einer vorangegangenen Semesterarbeit aus dem Wintersemester 2005/06 mit dem Titel „Studebaker Champion Starliner von 1953“, Verfasser: Felix Forrer. Auf eine detaillierte Dokumentation mit Seitenangaben zu den Zitaten wird im Sinne der Lesbarkeit verzichtet. Wo nicht anders vermerkt, handelt es sich um Übersetzungen aus den Büchern [Erskine A., 1924] und [Cannon W., Fox F., 1981].

Gründerzeit und Kutschenbau

John Clement Studebaker war das Enkelkind der aus Solingen im Ruhrgebiet stammenden Einwandererfamilie Studenbecker, die im Zuge der grossen Auswanderungswellen im 18. Jahrhundert 1736 den Hafen von Philadelphia erreichten. John Clement Studebaker, Schmied und Wagenbauer, stellte ab 1830 die ersten Fahrzeuge in Adams County (Pennsylvania) her. Dazu zählt der legendäre Siedlerwagen Conestoga. 1852 gründeten seine beiden ältesten Söhne, Clement und Henry, in South Bend (Indiana) eine eigene Werkstatt zur Herstellung von Wagen. Zur Käuferschaft zählten zahlreiche Siedler (Mormonen), die in den Nordwesten reisten.





Conestoga-Wagon von 1830



Studebaker Buggy von 1857

John und Peter, zwei weitere Brüder, beteiligten sich ab 1858 am Unternehmen, das 1860 mit einem Wert von 10'000 Dollar 14 Angestellte hatte, sieben Jahre später bereits 190. Der Erfolg mündete 1868 in der Gründung einer Aktiengesellschaft - der „Studebaker Brothers Manufacturing Company“ – mit einem Aktienkapial von 75'000 Dollar im Besitz der Brüder.

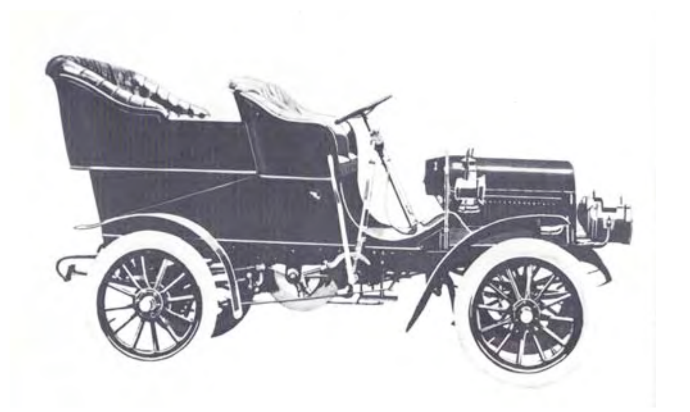
Um 1870 stellte die Firma Fahrzeuge für die Union Army her, die im Civil War für Truppen, Nachschub und Sanität gebraucht wurden. 1876 wurde die Fabrik nach einem Brand neu aufgebaut. Mehrere Niederlassungen der Firma entstanden in den Nordstaaten von der West- bis zur Ostküste. Um 1890 war Studebaker damit der weltweit grösste Hersteller pferdebetriebener Fahrzeuge. Nach dem Tod seiner Brüder zwischen 1887 und 1901 wurde John Studebaker Präsident der Firma.

Automobilbau

Bereits 1896 begann Studebaker mit dem Bau von Automobilen. Zuerst mit der Produktion von elektrisch betriebenen Fahrzeugen, die 1902 in fünf verschiedenen Modellen zu kaufen waren. Der Runabout (Sportwagen) hatte mit vollen Batterien eine Reichweite von etwa 40 Meilen, bei einer Höchstgeschwindkeit von 15 Meilen/Stunde. Der geniale Erfinder Thomas E. Edison sei 1902 der zweite Käufer dieses Fahrzeuges gewesen. Ab 1906 wurden auch Lastkraftwagen mit Elektromotoren gebaut. Das Leergewicht solcher Fahrzeuge betrug bereits etwa 5 Tonnen, was im Verhältnis zur Kraft sehr viel war. Die Entwicklung der Benzinmotoren führte schliesslich dazu, dass diese innovative Idee und die Produktion elektrisch betriebener Fahrzeuge 1912 wieder eingestellt wurde.



Thomas A. Edison (links) um 1902 auf einem Runabout von Studebaker

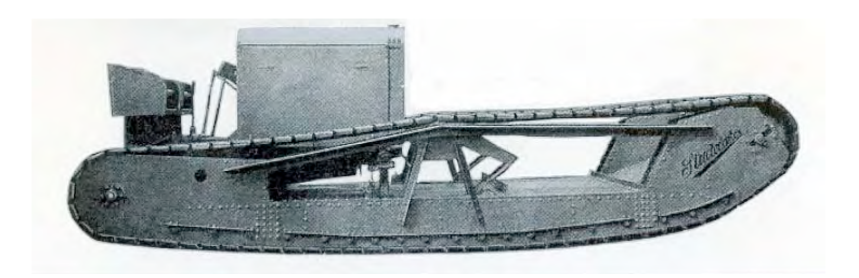


Der Studebaker-Garford von 1904

1904 wurde mit der Garford Motor Company, die Motoren und Chassis produzierte, ein Partner für die benzinbetriebene Automobilproduktion gefunden. Studebaker baute dabei die Karosserien und gewährleistete den Vertrieb. Dieser Studebaker-Garford war mit einem Zwei-Zylinder-Motor mit der Leistung von 16 PS versehen. In sieben Jahren wurden nur 2'841 der teuren Autos produziert. Die Zusammenarbeit mit Garford wurde aufgelöst. Mit der Everitt-Metzger-Flanders Company (EMF) wurde 1908 ein neuer Automobilhersteller

gewonnen. Studebaker baute die Karosserien und stellte mit dem weltweiten Vertriebsnetz den Verkauf sicher. Die EMF's waren preisgünstige Autos mit einem Vier-Zylinder-Motor. 1910 kaufte Studebaker auch die restlichen Anteile an EMF und übernahm das Management der Firma. Daraus ergab sich 1911 die Gründung der Studebaker Corporation. Das Aktienkapital von 43.5 Mio. Dollar, das bisher im Besitz der Familie Studebaker war, wurde aufgeteilt in Aktien à 100 Dollar das Stück und konnte nun an der Börse gehandelt werden. 1912 wurden mit den Modellen Fours und Sixes (benannt nach der Anzahl Zylinder) die ersten eigentlichen Studebaker Automobile entwickelt und 1913 in einer Stückzahl von 35'410 produziert. Studebaker war damit nach Ford, Willys-Overland und Buick der viertgrösste Automobilhersteller in den USA.

Das Kerngeschäft war für Studebaker jedoch weiterhin die Herstellung und der Verkauf von pferdebetriebenen Wagen. Rüstungsverträge mit den britischen, französischen und russischen Regierungen im ersten Weltkrieg brachten Aufträge für die Produktion von Transportwagen, Pferdeausrüstungen, Ersatzteilen und Autos. Als 1917 die Amerikaner in den Krieg eintraten, wurde die Automobilproduktion um 50% zurückgesetzt. In South Bend wurde die zivile Produktion komplett eingestellt und Trinkflaschen, Kanonen- und Gewehrhülsen, Seeminen, Panzer und anderes Kriegsmaterial produziert.



Raupenschlepper der Briten. 1919 beim Angriff auf Berlin im Einsatz

Ab 1917 wurde dann mit den Modellen Bigsix, Light Six und Light Four eine neue Modellreihe für die zivile Nutzung lanciert und bis 1925 mit wenigen Abänderungen sehr erfolgreich verkauft. 1920 wurde die Produktion von pferdebetriebenen Wagen und Zubehör schliesslich ganz aufgehoben und 1926 das Millionste Automobil produziert. Das Automobilzeitalter war gekommen.



Fabrik Nr. 1 in South Bend ab 1924



Presswerk in South Bend

Neue Investitionen in die Fabrikanlagen in South Bend, Detroit und Walkerville (Kanada), liessen die Firma weiter expandieren. Nach Ford soll Studebaker in dieser Zeit der zweitgrösste Automobilhersteller gewesen sein.

Durch die Automation und die industrielle Herstellung von Massengütern waren amerikanische Autos der europäischen Konkurrenz preislich überlegen, sodass Schutzzölle für die europäische Automobilindustrie erhoben wurden. 1927 wurde mit dem Erskine, ein speziell für den europäischen Markt entwickelten Fahrzeug ein grosser Erfolg verbucht. Mit der Einführung des Freilaufs (Leerlauf im Getriebe) und des Startix-Systems (starten des Motors über den Zündschlüssel) wurden die bisherigen Modelle ab 1927 erneuert und umgetauft in Dictator, President, Commander, Six (1930), Rockne (1932) und Champion (1939).



Standard Six 1925 bis 1927



President von 1939

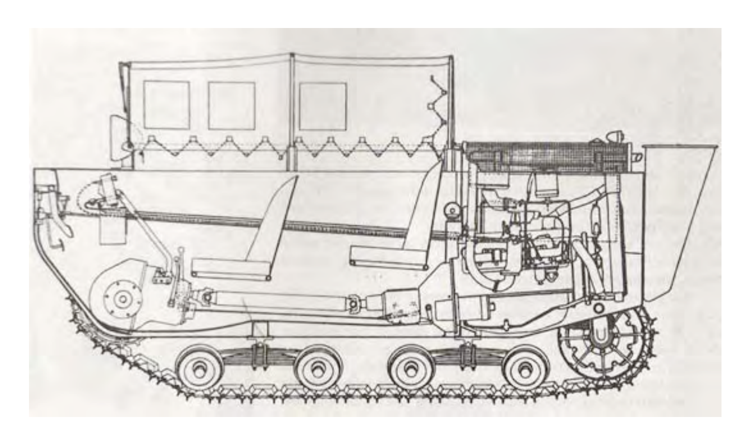
Die Grosse Depression von 1929 brachte auch bei Studebaker einen erheblichen Einbruch der Verkäufe. 1932 stand Studebaker am Rande des Bankrotts. Spezialrabatte und der Verkauf von Beteiligungen rettenden das Unternehmen. Ab 1933 setzte sich das Design der Stromlinienform durch, Raymond Loewy war ab 1939 für das Design der Wagen verantwortlich. Scheinwerfer und Kühlergrill wurden in die Frontpartien integriert. Auf Loewy war auch die Lancierung des Champion zurückzuführen. Das Neue Modell im unteren Preissegment war durch die Gewichtsreduktion v.a. am Motorblock um 300 Kilo leichter als die leichtesten Wagen der Konkurrenz der Big Three (Ford, Chevrolet und Plymouth) und damit auch im Verbrauch sparsamer. Durch dieses Erfolgsmodell, dass zwischen 1939 und 1942 215'000 mal verkauft wurde konnte sich Studebaker vorübergehend von Rezession und Konkurrenzdruck lösen.

Mit dem Eintritt der Amerikaner in den Zweiten Weltkrieg durch den Angriff auf Pearl Harbour im Dezember 1941 wurde Studebaker wiederum mit Rüstungsverträgen beauftragt. 1942 wurde die zivile Produktion durch die Amerikanische Regierung wiederum vollständig gestoppt. Ab 1942 wurden bis zum Kriegsende beinahe 200'000 Lastwagen produziert. Über die Hälfte davon wurde durch die Land-Erlass-Vereinbarung für Alaska eingetauscht und nach Russland geliefert. In von der Regierung finanzierten Fabriken wurden von Studebaker

die Motoren für 12'731 viermotorige B-17 Bomber produziert. Das Amphibienfahrzeug Weasel wurde mit Motoren des Champion versehen und bis Mitte 1945 rund 15'000 mal gebaut.



Boeing B-17 mit 4 Motoren von Studebaker



Amphibienfahrzeug Weasel

Nach dem Krieg wurde die zivile Produktion vorerst nur mit dem Modell Champion ohne grössere Abänderungen wieder aufgenommen. Die grosse Nachfrage führte zu erfolgreichen Jahren. 1950 wurde mit Robert Bourke ein junger Designer engagiert. Er griff die Idee der Bullet Nose, eine Anlehnung an den Flugzeugbau und typisches Markenzeichen dieser Modelle, von Raymond Loewy angeblich schon 1941 entwickelt, wieder auf und kreierte den so genannten Next Look.





Champion von 1946



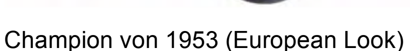
Commander 1952 mit Bullet Nose (Next Look)

Neben den neuen Modellen stand die Produktion von Studebaker bis 1953 mit 42% im Dienste der Amerikanischen Regierung, die Militärlastwagen und Motoren für den B-47 Bomber im Korea-Krieg bauen liess.

Zum 100-jährigen Jubiläum seit der Firmengründung der Brüder Clement und Henry Studebaker in South Bend 1852 sollte eine neue Modellreihe entworfen und gebaut werden. Das Design des Next Look mit der markannten Bullet Nose wurde aufgegeben. Robert Bourke entwarf ein Auto mit neuartigem, schlankem Design. Loewy und das Management

waren begeistert von den Entwürfen, sodass die Produktion im Dezember 1952 aufgenommen werden konnte. In der Werbung wurden die Fahrzeuge als amerikanische Autos mit europäischem Aussehen angepriesen. Später wurden die Fahrzeuge etwas trügerisch als Loewy Coupés bekannt. Der Verkauf der Modelle lief nicht wie erwünscht. Die Produktion von Sedan zu Coupé Modellen stand im Verhältnis 3:1. Die Nachfrage an Coupés aber war weit grösser. Es kam zu Lieferengpässen an Coupés und die Sedanmodelle blieben Ladenhüter. Das Verkaufsverhältnis von Sedan zu Coupé war 1953 schliesslich etwa 1:4. Das plötzliche Kriegsende 1953 setzte die Rüstungsverträge ausser Kraft. Der Produktions- und Preiskampf zwischen Ford und General Motors war auf dem Höhepunkt. Zahlreiche unabhängige amerikanische Automobilhersteller wie Kaiser, Willys, Nash, Hudson und DeSoto verschwanden unter der Monopolisierung. Auch Studebaker war finanziell angeschlagen und wurde gezwungen, mit Packard, einer anderen amerikanischen Automobilfirma mit Fahrzeugen im oberen Preissegment, zu fusionieren. Studebaker wurde von Packard gekauft. Der Vertrag der neuen Firma mit dem Namen Studebaker-Packard Corporation wurde am 1. Oktober 1954 unterschrieben. Packard produzierte weiterhin die Vorgängermodelle Carribean, Patrician, Convertible und Clipper [Bradley J. et al., 1978: S. 254].
Studebaker verfolgte bis 1957 weiter das Design des European Look an Champion und Commander, erweiterte das Programm 1955 mit dem President als stärkstem Fahrzeug (185 PS) der so genannten Loewy Coupés. 1956 folgte mit den Hawk- und ab 1957 mit den Scotsman-Modellen eine verspätete Reaktion auf die in Detroit gesetzten Designtrends. Der Traumwagenstil [Petsch J.,1982: S. 47] oder Blunt-Look der späten 50er Jahren wurde geprägt von viel Chromdekor, Panorama-Fenstern, überdachten Scheinwerfern und Heckflossen.





Champion von 1953 (European Look)



President von 1958 (Blunt Look)

Die finanziellen Schwierigkeiten von Studebaker-Packard verbesserten sich nicht. Sowohl die Fabrik von Packard in Detroit, als auch eine von Studebaker in Los Angeles wurden geschlossen. Mit Mercedes-Benz konnte ein Vertrag über den Vertrieb in Nordamerika geschlossen werden. Das Konzept eines Kompaktautos im unteren Preissegment, das dem von Volkswagen nachempfunden wurde, zeigte sich ab 1959 mit den Lark-Modellen und brachte Studebaker-Packard wieder gewissen Erfolg, bis 1960 auch die Konkurrenz der Big Three diesem Konzept folgte. Management und Designer wurden ausgewechselt. Auch die

Aquisitionen diverser Firmen brachte keinen Erfolg. Die Firma wurde wieder in Studebaker Corporation umbenannt. Raymond Loewy wurde 1961 für den Entwurf und zum Bau des Avanti, dem letzten Modell von Studebaker, beauftragt. Die Lark-Modelle wurden weiterentwickelt und in Challenger, Commander, Daytona und Cruiser getauft.



Lark von 1962



Avanti von 1963

Die Herstellung von Lastwagen, Hawk- und Challenger-Modellen wurde 1963, die eigene Motorenproduktion 1964 stillgelegt und ein Grossteil der Fabriken in South Bend geschlossen. Die übrig gebliebenen Modelle wurden mit Motoren von GM versehen und in Kanada zusammengebaut. Der letzte Studebaker, ein Cruiser, verliess dort am 17. März 1966 die Fabrik. Die Marke Avanti wurde 1963 den neuen Besitzern und ehemaligen Mitarbeitern Nate Altman und Leo Newman verkauft und von diesen unter dem Namen Avanti II bis 1981 in South Bend produziert.

Die Firma Studebaker existierte weiter als Investment-Gruppe, stellte ab 1967 Geräte zur Autoreparatur her und nannte sich Studebaker-Worthington, wurde 1979 wiederum von McGraw-Edison gekauft und soll heute als Tochtergesellschaft der State Bank of Long Island im Leasinggeschäft tätig sein [Forbes Magazine, 2004].

14.2 Bestellung von Ersatzteilen in den USA

Um das Fernziel, den Veteranenstatus der Motorfahrzeugprüfstation des Kantons Bern für den Studebaker von Lilo Pulver wieder zu erreichen, dürften gewisse Erneuerungen und Investitionen nötig sein. Dies Betrifft in erster Linie diverse degradierte Gummiabdichtungen. Neben dem Gummiprofil zur Dichtung des Heckfensters konnte in den USA, speziell für das Modell 14 G, auch eine verloren gegangene Radkappe bestellt werden. Die folgenden Auszüge aus Cassis Parts und Body Parts Catalog dienten dabei als Referenzen für Artikelnummern zur Bestellung. Die Installations-Empfehlung aus dem Manual Shop können für die zukünftige Montage der Gummidichtung hilfreich sein. Für eine Nachbestellung sind weitere Gummiabdichtung aufgeführt und markiert, die später vermutlich auch zu ersetzten sein werden.

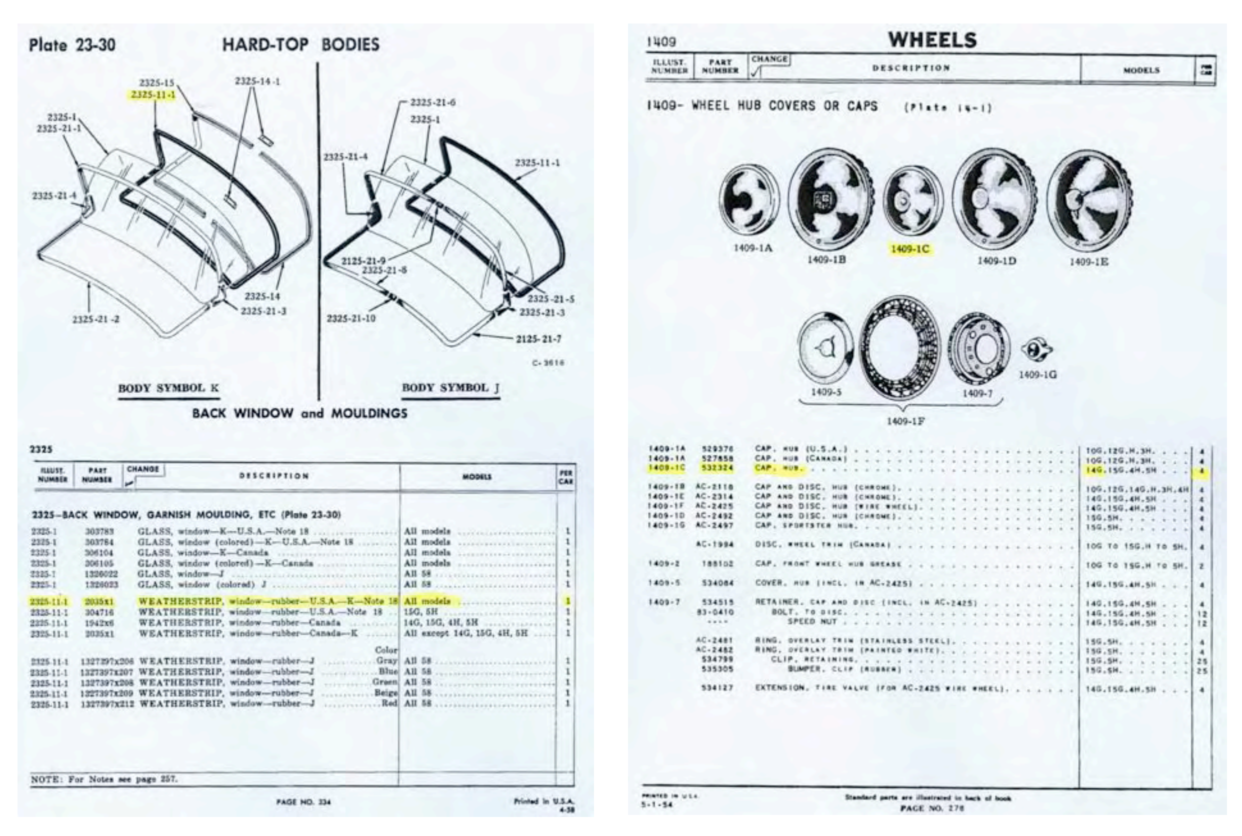


Plate 23-30 HARD-TOP BODIES

BODY SYMBOL K — BODY SYMBOL J

BACK WINDOW and MOULDINGS

2325

2325–BACK WINDOW, GARNISH MOULDING, ETC (Plate 23-30)

ILLUST. NUMBER	PART NUMBER	DESCRIPTION		MODELS	PER CAR
2325-1	303783	GLASS, window—K—U.S.A.—Note 18		All models	1
2325-1	303784	GLASS, window (colored)—K—U.S.A.—Note 18		All models	1
2325-1	306104	GLASS, window—K—Canada		All models	1
2325-1	306105	GLASS, window (colored)—K—Canada		All models	1
2325-1	1326022	GLASS, window—J		All 58	1
2325-1	1326023	GLASS, window (colored) J		All 58	1
2325-11-1	2035x1	WEATHERSTRIP, window—rubber—U.S.A.—K—Note 18		All models	1
2325-11-1	304716	WEATHERSTRIP, window—rubber—U.S.A.—Note 18		15G, 5H	1
2325-11-1	1942x6	WEATHERSTRIP, window—rubber—Canada		14G, 15G, 4H, 5H	1
2325-11-1	2035x1	WEATHERSTRIP, window—rubber—Canada—K		All except 14G, 15G, 4H, 5H	1
			Color		
2325-11-1	1327397x206	WEATHERSTRIP, window—rubber—J	Gray	All 58	1
2325-11-1	1327397x207	WEATHERSTRIP, window—rubber—J	Blue	All 58	1
2325-11-1	1327397x208	WEATHERSTRIP, window—rubber—J	Green	All 58	1
2325-11-1	1327397x209	WEATHERSTRIP, window—rubber—J	Beige	All 58	1
2325-11-1	1327397x212	WEATHERSTRIP, window—rubber—J	Red	All 58	1

NOTE: For Notes see page 257.

PAGE NO. 334

1409 WHEELS

1409- WHEEL HUB COVERS OR CAPS (Plate 14-1)

ILLUST. NUMBER	PART NUMBER	DESCRIPTION	MODELS	
1409-1A	529376	CAP, HUB (U.S.A.)	10G,12G,H,3H.	4
1409-1A	527858	CAP, HUB (CANADA)	10G,12G,H,3H.	4
1409-1C	532324	CAP, HUB.	14G,15G,4H,5H	4
1409-1B	AC-2118	CAP AND DISC, HUB (CHROME).	10G,12G,14G,H,3H,4H	4
1409-1E	AC-2314	CAP AND DISC, HUB (CHROME).	14G,15G,4H,5H	4
1409-1F	AC-2425	CAP AND DISC, HUB (WIRE WHEEL).	14G,15G,4H,5H	4
1409-1D	AC-2492	CAP AND DISC, HUB (CHROME).	15G,5H.	4
1409-1G	AC-2497	CAP, SPORTSTER HUB.	15G,5H.	4
	AC-1994	DISC, WHEEL TRIM (CANADA)	10G TO 15G,H TO 5H.	4
1409-2	188102	CAP, FRONT WHEEL HUB GREASE	10G TO 15G,H TO 5H.	2
1409-5	534084	COVER, HUB (INCL. IN AC-2425)	14G,15G,4H,5H	4
1409-7	534515	RETAINER, CAP AND DISC (INCL. IN AC-2425)	14G,15G,4H,5H	4
	83-0410	BOLT, TO DISC.	14G,15G,4H,5H	12
	----	SPEED NUT	14G,15G,4H,5H	12
	AC-2481	RING, OVERLAY TRIM (STAINLESS STEEL).	15G,5H.	4
	AC-2482	RING, OVERLAY TRIM (PAINTED WHITE).	15G,5H.	4
	534799	CLIP, RETAINING.	15G,5H.	25
	535305	BUMPER, CLIP (RUBBER)	15G,5H.	25
	534127	EXTENSION, TIRE VALVE (FOR AC-2425 WIRE WHEEL).	14G,15G,4H,5H	4

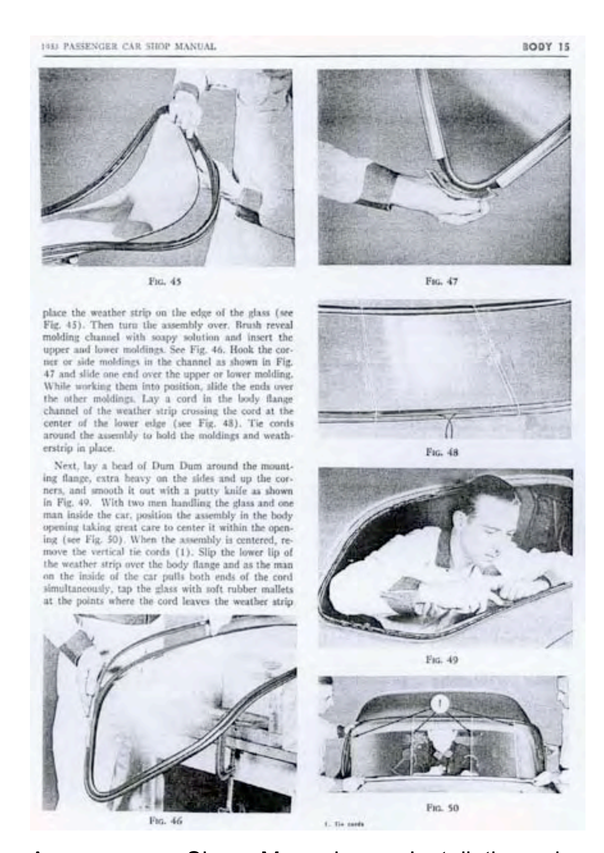
Standard parts are illustrated in back of book

Bestellte Gummiabdichtung Heckfenster aus Body Parts Catalog und Radkappe aus Chassis Parts Catalog

Die Artikel wurden online bestellt über die Homepage http://www.mystudebaker.com, eine Website auf der zahlreiche NOS (Never out of stock) Artikel, Reproduction und Quality Used Parts zu finden sind für alle Modelle von Studebaker.

Die Gummiabdichtung war für $ 75.00, die Radkappe für $ 51.00 erhältlich ohne Versandkosten. Die Artikel auf den folgenden Abbildungen waren nicht alle erhältlich bei Mystudebaker. Andere gewünschte Artikel (originaler Radio, Lenkrad etc.) sind hier nicht

aufgeführt. Beide Kataloge und das Shop Manual (über 400 Seiten) sind dem Besitzer in ausgedruckter und gebundener Form zur allfälligen Recherche übergeben worden.



PASSENGER CAR SHOP MANUAL — BODY 15

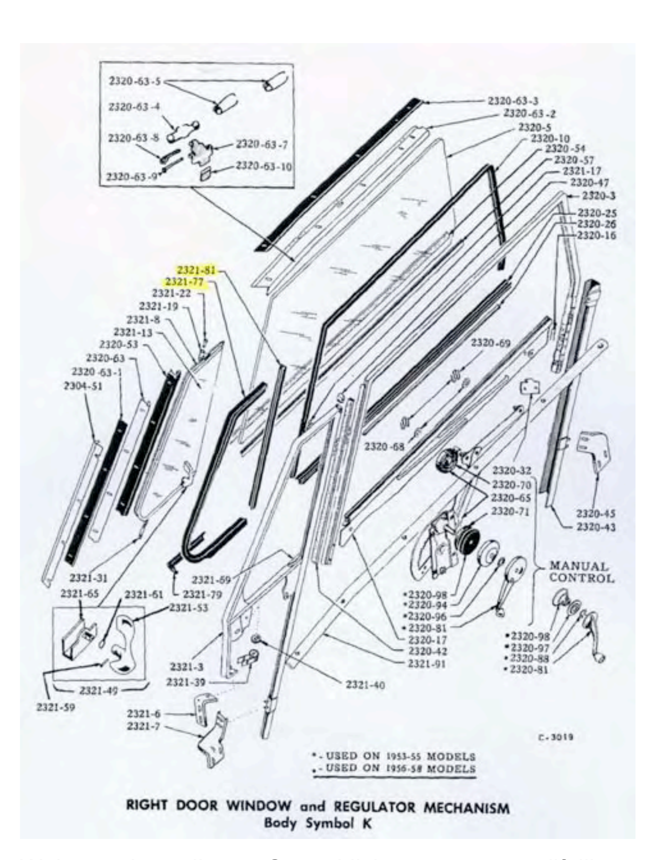
FIG. 45 — FIG. 47

place the weather strip on the edge of the glass (see Fig. 45). Then turn the assembly over. Brush reveal molding channel with soapy solution and insert the upper and lower moldings. See Fig. 46. Hook the corner or side moldings in the channel as shown in Fig. 47 and slide one end over the upper or lower molding. While working them into position, slide the ends over the other moldings. Lay a cord in the body flange channel of the weather strip crossing the cord at the center of the lower edge (see Fig. 48). Tie cords around the assembly to hold the moldings and weatherstrip in place.

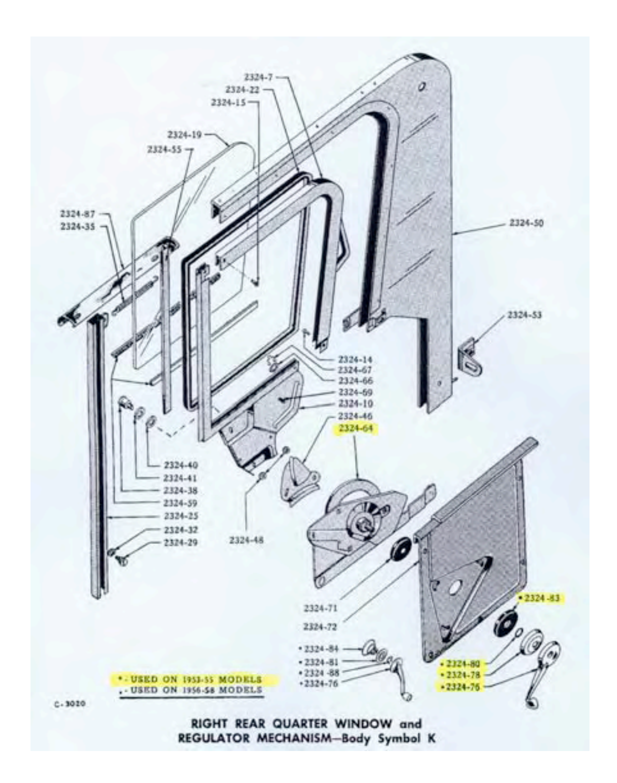
Next, lay a bead of Dum Dum around the mounting flange, extra heavy on the sides and up the corners, and smooth it out with a putty knife as shown in Fig. 49. With two men handling the glass and one man inside the car, position the assembly in the body opening taking great care to center it within the opening (see Fig. 50). When the assembly is centered, remove the vertical tie cords (1). Slip the lower lip of the weather strip over the body flange and as the man on the inside of the car pulls both ends of the cord simultaneously, tap the glass with soft rubber mallets at the points where the cord leaves the weather strip

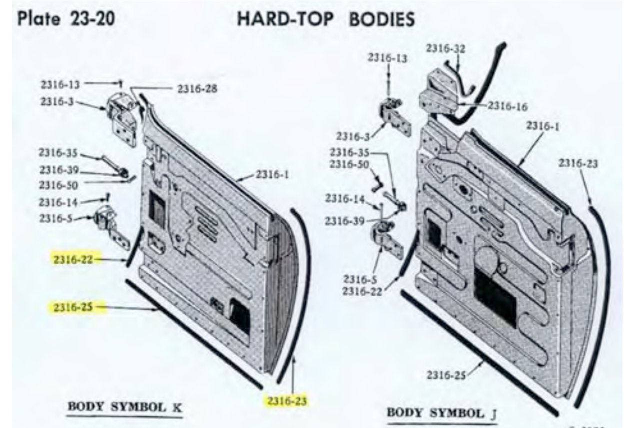
FIG. 48 — FIG. 49 — FIG. 46 — FIG. 50

Auszug aus Shop Manual zur Installation einer neuen Gummidichtung oder eines Heckfensters.



Weitere degradierte Gummidichtungen zur allfälligen Nachbestellung: Artikelnummern 2321-77 und 2321-81





Gummiabdichtungen für Türe: Artikelnummern 2316-22, 2316-23 und 2316-25 (je $ 36.50 das Stück)

Artikel für die allfällige Reparatur zur Bedienung der Rückfenster: Nr. 2324-64, 2324-76, 2324-78, 2324-80 und 2324-83.

14.3 Diverse Datenblätter

14.3.1 DIN-Normen:

DK 535.646.7 : 535.661 Januar 1979

	Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der CIELAB-Formel	DIN 6174

Colorimetric evaluation of colour differences of surface colours according to the CIELAB formula

Zusammenhang mit der von der Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) herausgegebenen Publikation Nr 15, siehe Erläuterungen.

Kursiv gesetzte Textteile sind Anmerkungen.

1 Zweck und Anwendung

In dieser Norm wird ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung kleiner Farbabstände [1]) bei Körperfarben [1]) festgelegt, wie sie z. B. bei chemischen oder physikalischen Einflüssen auf farbige Produkte, bei Nachfärbungen oder als Ungleichmäßigkeiten in der Produktion auftreten. Diese Farbabstandsbestimmung kann die Grundlage für Vereinbarungen von Farbtoleranzen bilden. Der Farbabstand wird über eine Farbabstandsformel aus den Farbmaßzahlen L^*, a^*, b^* ermittelt, die sich aus den Normfarbwerten X, Y, Z ergeben (siehe Abschnitt 2).

Die hier festgelegte Formel soll speziell für Körperfarben (z. B. von Textilien, Anstrichen, Kunststoffen, Drucken, Gläsern) angewendet werden.

Für die Bestimmung eines Farbabstandes existiert eine Vielzahl von Formeln. Wegen der Unsicherheiten bei der visuellen Bewertung von Farbabständen und aus anderen Gründen stimmt die Aussage solcher Formeln, auch der hier festgelegten, nicht in allen Fällen mit dem visuellen Urteil überein. Die nach verschiedenen Formeln berechneten Farbabstände können nicht durch konstante Faktoren ineinander umgerechnet werden.

2 Bestimmung von L^*, a^*, b^*

Zwischen den Normfarbwerten X, Y, Z (siehe DIN 5033 Teil 2) und den Farbmaßzahlen L^*, a^*, b^*, auf denen die Farbabstandsformel dieser Norm beruht, gilt die Beziehung:

$$L^* = 116\,Y^* - 16$$
$$a^* = 500\,(X^* - Y^*)$$
$$b^* = 200\,(Y^* - Z^*)$$

mit

$X^* = \sqrt[3]{X/X_n}$ für $X/X_n > 0{,}008856$ und
$X^* = 7{,}787\,(X/X_n) + 0{,}138$ für $X/X_n \leq 0{,}008856$
$Y^* = \sqrt[3]{Y/Y_n}$ für $Y/Y_n > 0{,}008856$ und
$Y^* = 7{,}787\,(Y/Y_n) + 0{,}138$ für $Y/Y_n \leq 0{,}008856$
$Z^* = \sqrt[3]{Z/Z_n}$ für $Z/Z_n > 0{,}008856$ und
$Z^* = 7{,}787\,(Z/Z_n) + 0{,}138$ für $Z/Z_n \leq 0{,}008856$

	2°-Normalbeobachter			10°-Normalbeobachter		
	Lichtart					
	D65	C	A	D65	C	A
X_n	95,05	98,07	109,85	94,81	97,28	111,14
Y_n	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Z_n	108,90	118,22	35,58	107,34	116,14	35,20

X_n, Y_n, Z_n sind die Normfarbwerte der vollkommen mattweißen Fläche für die Lichtart und den Normalbeobachter, auf die sich die Normfarbwerte X, Y, Z beziehen. Für die in der Praxis verwendeten Normlichtarten und Normalbeobachter gelten nach DIN 5033 Teil 7 die Zahlenwerte in der Tabelle.

3 Farbabstandsformel

Nach dieser Norm wird der Farbabstand ΔE^*_{ab} wie folgt berechnet:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Benutzt man für die zu vergleichenden Farben die Indizes P (Probe) und B (Bezug), so gilt:

$$\Delta L^* = L^*_P - L^*_B$$
$$\Delta a^* = a^*_P - a^*_B$$
$$\Delta b^* = b^*_P - b^*_B$$

Es ist anzugeben, welche Meßgeometrie und Lichtart und welcher Normalbeobachter der Berechnung zugrunde gelegt worden sind.

4 Aufspaltung von ΔE^*_{ab}

Für bestimmte Anwendungszwecke ist eine Aufspaltung von ΔE^*_{ab} in einen Helligkeits-Beitrag ΔL^*, einen Buntheits-Beitrag ΔC^*_{ab} (siehe auch Erläuterungen) und einen Buntton-Beitrag ΔH^*_{ab} zweckmäßig, so daß ΔE^*_{ab} dargestellt werden kann als:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*_{ab})^2 + (\Delta H^*_{ab})^2}$$

Mit den Indizes P (Probe) und B (Bezug) gilt:

$$\Delta L^* = L^*_P - L^*_B$$
$$\Delta C^*_{ab} = \Delta C^*_{ab,P} - C^*_{ab,B} \text{ mit } C^*_{ab,P} = \sqrt{a^{*2}_P + b^{*2}_P}$$
$$C^*_{ab,B} = \sqrt{a^{*2}_B + b^{*2}_B}$$
$$\Delta H^*_{ab} = \sqrt{(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*_{ab})^2}$$

Die Formel für ΔH^*_{ab} ergibt nur den absoluten Betrag: das Vorzeichen des Buntton-Beitrages ΔH^*_{ab} ist

positiv, wenn $a^*_P b^*_B - a^*_B b^*_P \leq 0$ und
negativ, wenn $a^*_P b^*_B - a^*_B b^*_P > 0$

Im rechtwinkligen (a^*, b^*)-Koordinatensystem wird der Bunttonwinkel h_{ab} = arctan (b^* / a^*) für die Bunttonreihenfolge Rot, Gelb, Grün, Blau zunehmend größer. Der Bunttonwinkel h_{ab} nimmt von der positiven a^*-Achse ausgehend im entgegengesetzten Uhrzeigersinn zu.

[1]) Begriffe Farbabstand und Körperfarbe siehe DIN 5033 Teil 1

Fortsetzung Seite 2
Erläuterungen Seite 2

Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe (FA) im DIN
Normenausschuß Pigmente und Füllstoffe (NPF) im DIN

Lacke, Anstrichstoffe u. ä. Beschichtungsstoffe/Grundwerk 1999

DK 535.65.08 : 535.661 : 629.11 Juli 1986

Farbtoleranzen für Automobillackierungen

Unilackierungen

DIN 6175 Teil 1

Tolerances for automotive paints; uni paints

1 Anwendungsbereich

Farbtoleranzen nach dieser Norm gelten für unstrukturierte Uni-Serien und Reparaturlackierungen der Fahrzeugkörper, nicht aber der Anbauteile, wie Stoßfänger, Spoiler, Verkleidungen, Leisten usw.

Lacke werden als Uni- oder Effektlacke hergestellt. Sie haben unterschiedliche Eigenschaften, und es gelten daher für beide Automobillackierungen unterschiedliche Toleranzen.

2 Begriffe

2.1 Unilackierung

Pigmentierter Lackfilm ohne richtungsabhängige Effekte.

2.2 Effektlackierung

Lackierung, die ein effektgebendes Pigment, z. B. blättchenförmiges Aluminium und bei farbigen Produkten zusätzlich Buntpigmente enthält.

2.3 Farbabstand

Die Größe des empfindungsgemäßen Unterschiedes zwischen zwei Farben heißt Farbabstand (aus: DIN 5033 Teil 1/03.79).

2.4 Farbtoleranz

Die Farbtoleranz zwischen zwei Automobillackierungen, z. B. zwischen der Vorlage und einer Nachstellung, ist der größte noch zulässige Farbabstand dieser Lackierungen. Die Toleranz ergibt sich als von der überwiegenden Mehrheit der Beobachter tolerierter Farbabstand, der im Einzelfall durchaus über der Schwelle der erkennbaren Farbunterschiede liegen kann.

3 Farbmessung

Die Farbmessung von Automobillackierungen gleichen Glanzes hat nach dem Dreibereichsverfahren (siehe DIN 5033 Teil 6) oder nach dem Spektralverfahren (siehe DIN 5033 Teil 4) mit einer Meßgeometrie 45/0 oder 0/45 zu erfolgen (siehe DIN 5033 Teil 7).

Messungen an ebenen Proben können auch mit Kugelgeometrie unter Glanzausschluß erfolgen. Die Meßergebnisse müssen auf Normlichtart D 65 und den 10°-Normalbeobachter (siehe DIN 5033 Teil 2) bezogen sein.

Die Berechnung der Farbabstände aus den gemessenen Normfarbwerten erfolgt nach DIN 6174.

4 Farbtoleranzen

4.1 Lieferung von Lacken

Tabelle 1 legt Farbbereiche unterschiedlicher Farbtoleranzen fest. Die Farbtoleranzen dieser Bereiche gelten für die Abnahme ausgelieferter Lackprodukte, mit denen sich bei vereinbarter Applikation ein gewünschter Farbeindruck erzeugen läßt. Die Bereiche geben für die jeweiligen Farbarten (siehe DIN 5033 Teil 3) die Toleranz gegenüber ihren vereinbarten Vorlagen an. Bei der Anlieferung von Serienlacken sind zusätzlich die Differenzen ΔL^*, Δa^* und Δb^* anzugeben.

Tabelle 1. **Farbbereiche für unterschiedliche Farbtoleranzen von Lackprodukten**

Farbtoleranzen ΔE^*_{ab}	Begrenzungsgeraden der Farbbereiche Grenze gegen:	
$\leq 0{,}3$	Purpur	$y_{10} \geq 0{,}220$
	Grün	$y_{10} \leq 0{,}370$
	Rot	$x_{10} \leq 0{,}380$
	Blau	$x_{10} \geq 0{,}300$
$\leq 0{,}5$	Gelbgrün	$y_{10} \leq -2{,}268\,x_{10} + 1{,}043$
		$y_{10} \leq 0{,}410$
	Rot	$x_{10} \leq 0{,}450$
		$y_{10} \leq 0{,}300$
$\leq 0{,}7$	Gelborange	$y_{10} \geq 1{,}343\,x_{10} - 0{,}090$
	Orange und Rot	$y_{10} \leq -x_{10} + 0{,}900$
	Purpur	$y_{10} \leq 0{,}300$
$\leq 0{,}9$	verbleibender Farbbereich	

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Tabelle 2. Koordinaten der Eckpunkte für die in Tabelle 1 definierten Farbbereiche

Farbtoleranzen ΔE^*_{ab}	Normfarbwert-anteile	Koordinaten der Eckpunkte 1	2	3	4	5	6	7
$\leq 0{,}3$	x_{10}	0,380	0,300	0,300	0,380			
	y_{10}	0,220	0,220	0,370	0,370			
$\leq 0{,}5$	x_{10}	0,700	0,450	0,450	0,279	0,100		
	y_{10}	0,300	0,300	0,410	0,410	0,815		
$\leq 0{,}7$	x_{10}	0,600	0,450	0,450	0,279	0,100	0,465	0,423
	y_{10}	0,300	0,300	0,410	0,410	0,815	0,535	0,477
$\leq 0{,}9$	x_{10}	0,700	0,600	0,423	0,465			
	y_{10}	0,300	0,300	0,477	0,535			

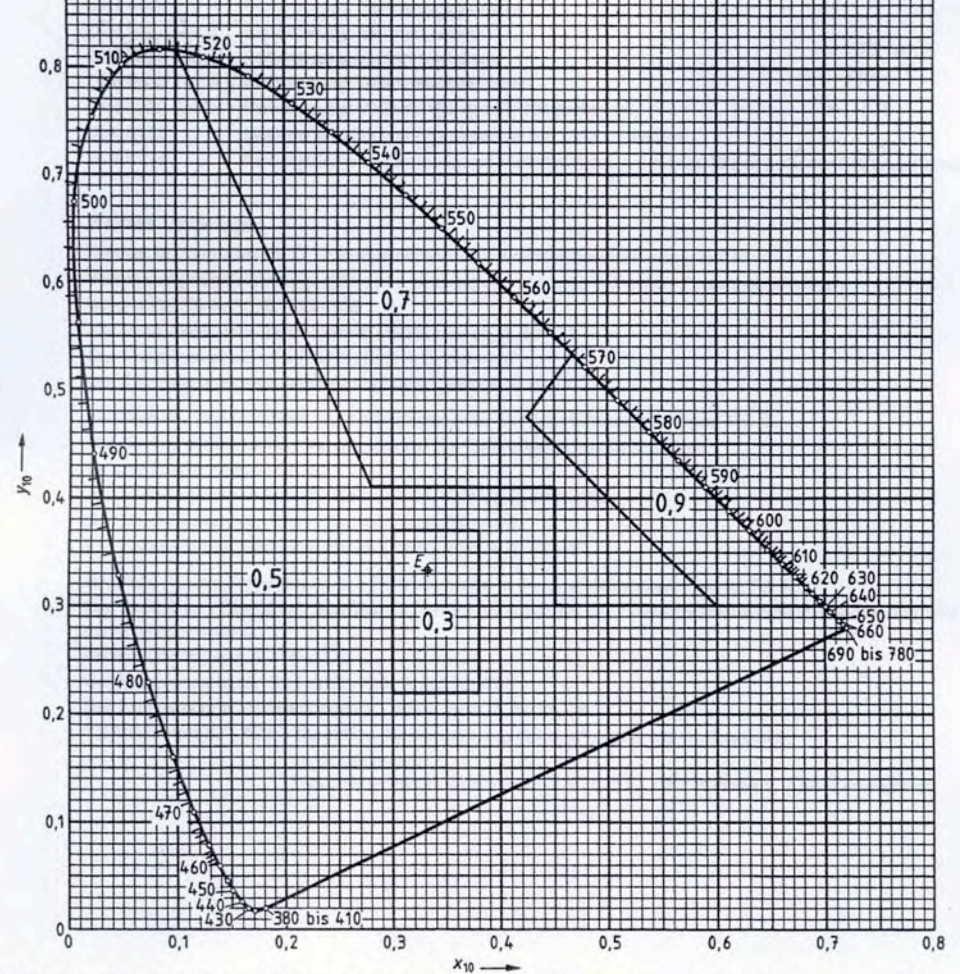


Bild 1. Normfarbtafel (für den 10°-Normalbeobachter) nach DIN 5033 Teil 3 mit Farbbereichen für unterschiedliche Farbtoleranzen ΔE^*_{ab} für Unilacke in der Automobillackierung

4.2 Ausführung von Lackierungen

Nach der Lackierung sollten die verschiedenen Stellen eines Autos untereinander den 1,5fachen Wert der in Tabelle 1 festgelegten Farbtoleranzen nicht überschreiten.

4.3 Reparaturlackierungen

Bei der Reparaturlackierung von Automobilen sollten die reparierten an die Lackierung grenzenden Flächen oder Teile des Automobils gegenüber der gereinigten vorhandenen Lackierung einen 2fachen Wert der in Tabelle 1 festgelegten Toleranzen nicht überschreiten. Bei einer Trennung der Reparatur- und Originallackierung durch Sicken, Zierleisten, Hohlräume usw. darf diese Toleranz verdoppelt werden. Der Zahlenwert des Metamerie-Index (nach DIN 6172) von Reparaturlackierungen gegenüber Originallackierung sollte bei Testlichtart A den Zahlenwert des Farbabstandes ΔE^*_{ab} nicht überschreiten.

Zitierte Normen

DIN 5033 Teil 1	Farbmessung; Grundbegriffe der Farbmetrik
DIN 5033 Teil 2	Farbmessung; Normvalenz-Systeme
DIN 5033 Teil 3	Farbmessung; Farbmaßzahlen
DIN 5033 Teil 4	Farbmessung; Spektralverfahren
DIN 5033 Teil 6	Farbmessung; Dreibereichsverfahren
DIN 5033 Teil 7	Farbmessung; Meßbedingungen für Körperfarben
DIN 6172	Metamerie-Index von Probenpaaren bei Lichtartwechsel
DIN 6174	Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der CIELAB-Formel

Weitere Unterlagen

Danner, M., und Anselm, D.: Farbtoleranzen in der Kraftfahrzeuglackierung Teil I:
Bestimmung von Krümmungsradien und Unterteilung von Lackflächen am Personenkraftwagen
defazet (1976) Nr 10, S. 433–435
Automobiltechnische Zeitschrift 80 (1978), Heft 2, S. 69–71
Der Maschinenschaden 51 (1978), Heft 4, S. 165–167
Der Fahrzeug- und Metallackierer 24 (1980), Heft 8, S. 8–11

Terstiege, H., und Gundlach, D.: Farbtoleranzen in der Kraftfahrzeuglackierung Teil II:
Der Einfluß zylindrischer Krümmungen auf die Farbmessung von UNI-Lacken
defazet (1978) Nr 2, S. 70–74
Automobiltechnische Zeitschrift 81 (1979), Heft 12, S. 649–652
Der Maschinenschaden 51 (1978), Heft 5, S. 192–196
Der Fahrzeug- und Metallackierer 24 (1980), Heft 9, S. 32–41

Heinrich, F., und Zwernemann, K.: Farbtoleranzen in der Kraftfahrzeuglackierung Teil III:
Der Einfluß von Zierleisten, Spaltbreiten und Prägekanten auf das Farbunterscheidungsvermögen bei der UNI-Lackierung von Kraftfahrzeugen
defazet (1978) Nr 3, S. 114–117
Der Maschinenschaden 51 (1978), Heft 6, S. 235–239
Der Fahrzeug- und Metallackierer 24 (1980), Heft 10, S. 23–29

VDA-Prüfblatt 621-409 Durchführung des Farbvergleiches an pigmentierten Systemen
zu beziehen bei:
Dokumentation Kraftfahrwesen e.V. (DKF), Grönerstraße 5, 7140 Ludwigsburg

14.3.2 VDA-Empfehlung

VDA-Empfehlung April 2001

	Farbmessung am Kraftfahrzeug **Farbmessung von Automobillackierungen** Unilackierungen	**VDA** 280-3

1 Ziel und Zweck:

In dieser Richtlinie werden Meß- und Auswertebedingungen zur gerätetechnischen Bestimmung von Farbunterschieden festgelegt. Die meßtechnischen Aussagen sind denen ähnlich, die bei visuellen Beobachtungen wahrgenommen werden (angelehnt an DIN 53236-B).

Ziel ist die meßtechnische Erfassung von Farbdifferenzen zwischen Probe und Bezug, die z.B. durch Farbmittel und den Lackaufbau hervorgerufen werden.

2 Anwendungsbereich:

Hochglänzende, nichtfluoreszierende unilackierte Formteile

2.1 Definitionen

- Unilackierung
  Es zeigt sich ein visuell gleichfarbiger Gesamteindruck ohne richtungsabhängige Effekte.
- Hochglanz
  Der 20°-Reflektometerwert beträgt mindestens 70 Einheiten.

3 Meßbedingungen:

- Gemessen wird mit Farbmeßgeräten nach dem Spektralverfahren (DIN 5033-4)
- Meßgeometrien sind die 45°(zirkular)/0° bzw. deren Umkehrung 0°/45°(zirkular)

  Bei Messungen an gekrümmten Flächen werden die angegebenen geometrischen Bedingungen, die sich auf plane Flächen beziehen, nicht mehr eingehalten. Mit zunehmender Krümmung wird die Meßunsicherheit und die Abweichung gegenüber planen Flächen größer.
- Die spektrale Schrittweite und Bandbreite soll $\leq$ 20nm sein (vorzugsweise 5nm bis 10nm).
- Der Wellenlängenbereich muß mindestens von 400nm bis 700nm reichen.
- Die farbmetrische Auswertung erfolgt für die Normlichtarten D65, A und die Lichtart F11 nach DIN 5033 Teil 3 und den 10°- Normalbeobachter.
- Die zu vereinbarenden Farbtoleranzen gelten für die vorgenannten Lichtarten.



Verband der Automobilindustrie

4 Meßdurchführung:

- Die zu messende Oberfläche darf nicht verkratzt und muß staub- und fettfrei sein.
- Bei gekrümmten Oberflächen ist die Meßfläche so auszuwählen, daß die kleinst mögliche Krümmung (größter Krümmungsradius) an der möglichst kleinen Meßöffnung anliegt. Die Größe der Meßöffnung muß der Formteilgeometrie angepaßt sein. Der Krümmungsradius der zu messenden Probe muß für gute Meßergebnisse größer als der zehnfache Meßfelddurchmesser des Meßgerätes sein. Die Meßöffnung des Meßgerätes muß tangential an der Probe anliegen.
- Bei zylindrischen Krümmungen soll die optische Meßebene in Richtung der Zylinderachse liegen. Dabei treten größere Abweichungen verglichen mit ebenen Proben auf, auch die Meßunsicherheit wird größer.
- Die Einzelmessungen sollten trend - und ausreißerfrei sein. Die Mittelung ist aus mindestens 4 Einzelmessungen an möglichst verschiedenen Stellen erforderlich.
- Durch die statistische Meßwertkontrolle bei der Mittelwertbildung kann eine festgelegte Meßunsicherheit sichergestellt werden (durch eine ausreichende Zahl von Messungen). (nähere Erläuterungen siehe DIN Fachbericht 49: "Verfahren zur Vereinbarung von Farbtoleranzen")

5 Charakterisierung der erzielbaren Meßgenauigkeit und der kleinsten sinnvollen Toleranzen

Die Meßunsicherheit wird durch die Probenbeschaffenheit (Gleichförmigkeit, Krümmung, Struktur, Narbung), den Farbton und das Meßgerät bestimmt und kann für jede Probenfarbe und Probenart unterschiedlich sein. Daher sollte sie für jedes Urmuster und jede Meßgeometrie individuell bestimmt werden.

Verfahren zur Feststellung der erzielbaren Meßgenauigkeit

- 20 Einzelmessungen an unterschiedlichen Meßstellen durchführen
- Daraus die Standardabweichung der Farbkoordinaten (z.B. DIN 6174 oder DIN 6176) bezogen auf die Mittelwerte der 20 Einzelmessungen zu berechnen.
- Das visuelle Urteil und die verwendete Farbabstandsformel führen zu den festzulegenden Toleranzen, die jedoch ausreichend größer als die Meßunsicherheit sein müssen
- Die kleinste sinnvolle Toleranz einer Farbe ist definiert durch die Streubreite der Messungen an den zugehörigen Urmustern. Die Toleranzen für die Qualitätssicherung sollten größer als das dreifache der Standardabweichung sein.

6 Dokumentation der Meßergebnisse:

Folgende Meßdaten sind auf dem Prüfbericht anzugeben:

- Die Probenbezeichnung, das Prüfdatum und der Prüfer.
- Das Meßgerät mit Angabe von Meßgeometrie und Meßbedingungen.
- Die Angabe der Standardabweichungen der Einzelmessungen von Probe und Bezug.
- Farbkoordinaten sind in den den Normen entsprechenden Koordinaten - Schreibweisen anzugeben.

Hinweis:
Ist der Betrag $C^*_{ab} \leq 5$ dann ist die Bewertung in den Koordinaten L*,a*,b* vorzunehmen.
Ist der Betrag $C^*_{ab} > 5$ dann ist die Bewertung in den Koordinaten L*,C*,H* vorzunehmen.
(Gilt nicht für DIN 6176)

7 Kalibrierung

Das Gerät muß entsprechend den Herstellerangaben ordnungsgemäß kalibriert sein.
Ausführliche Angaben siehe VDA 280 Teil 5.

zitierte Literatur:

DIN 5033-4 (ISO 7724-1)
Farbmessung; Spektralverfahren

DIN 6174
Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der CIELAB-Formel

DIN 6176
Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der DIN99-Formel.

DIN 53236
Prüfung von Farbmitteln; Meß- und Auswertebedingungen zur Bestimmung von Farbunterschieden bei Anstrichen, ähnlichen Beschichtungen und Kunststoffen

DIN 67530 (ISO 2813)
Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung

DIN Fachbericht 49
Verfahren zur Vereinbarung von Farbtoleranzen
(Beuth Verlag, Berlin, 1995, ISBN 3-410-13434-4)

CIE 15.2
Colorimetry e-mail: Postmaster@Beuth.de

Vertrieb:
Dokumentation Kraftfahrwesen e.V. (DKF)
Ulrichstr. 14 • 74321 Bietigheim-Bissingen
Telefon: 07142 54011 Fax: 07142 65898
E-mail: info@dkf-ev.de web: www.dkf-ev.de

14.3.3 Verwendete Lacke

R-M®

UNO HD

High Density Decklack für Uni-Farbtöne

A) Einsatzgebiet

UNO HD ist das neue „High Density" (=Höchste Deckfähigkeit) Decklackesystem für Uni-Einschicht-Farbtöne.**UNO HD** wurde speziell dafür entwickelt, die Lösenmittelemissionen in die Atmosphäre zu senken.

B) Besondere Eigenschaften

Das **UNO HD** System garantiert :

- einen niedrigen Lösemittelgehalt (480 g/l)
- eine sehr gute Deckkraft (mehr Pigmente)
- eine sehr gute Füllkraft (weniger Lösemittel, weniger Rückfärbung)
- einen sehr geringen Verbrauch
- einen außergewöhnlichen Glanz

UNO HD enthält spritzfertig ca. **480 g** Lösemittel pro Liter.

C) Technische Daten

Zusammensetzung	Acrylharze
Farbton	Mischsystem
Haltbarkeit	36 Monate in der Originalverpackung
Verpackung	1 L und 4 L

D) Vorbereitung des Untergrundes

UNO HD erfordert keine spezielle Vorbereitung. Der Auftrag erfolgt auf sauberen und geschliffenen Untergründen (Werkslackierung oder mit R-M Füller vorbehandelt).
Für die Vorbereitung des Untergrundes die Empfehlungen in der R-M „Prep'Art" Anleitung beachten.

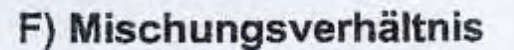
E) Arbeitshygiene und Sicherheit



"Nur zum fachmännischen Gebrauch"

Es sind die Angaben über ***„Arbeitshygiene und Sicherheit"*** in den jeweiligen Sicherheitsmerkblättern zu beachten.

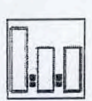
R-M Automotive Paint
F - 60676 Clermont de l'Oise Cedex
Tél. : (33) (0) 3 44 77 77 77
http://www.rmpaint.net





F) Mischungsverhältnis

Die **UNO HD** Mischfarben müssen 2 mal täglich 15 Minuten im Mischregal gerührt werden.

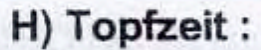


	Volumen	Gewicht
UNO HD (mit SC 01)	100	Je nach Farbton
H 9000	25	27 g
SC 850	25	23 g

Mischen und sieben.
Für kleinere Schadstellen (Beispritzen, 1 Teil) oder wenn der Auftrag bei einer Temperatur von weniger als 18°C erfolgt, empfehlen wir die Verwendung der schnellen Verdünnung **SC 820**. Bei hohen Temperaturen oder hoher Luftsinkgeschwindigkeit in der Kabine empfehlen wir die Verwendung der langsamen Verdünnung **SC 880**.



G) Spritzviskosität :
17 bis 21 Sekunden DIN 4 bei 20°C
22 bis 25 Sekunden ISO Becher bei 20°C



H) Topfzeit :
2 Stunden und 30 Minuten bei 20°C



I) Pistoleneinstellungen

Pistolentyp	HVLP Fließbecherpistole	Fließbecherpistole
Durchmesser der Düse (mm)	1.5 - 1.8	1.4 - 1.6
Lackdurchsatz (g/min.)	180 - 200	180 - 200
Spritzdruck (bar)	0.7 an der Luftkappe	3



J) Auftrag



Anzahl der Spritzgänge	Zwischenablüftzeit bei 20°C	Gesamtschichtdicke
1 dünne Schicht 1 weitere Schicht naß auftragen	5 min.	50 - 60 µm



K) Trocknung

Ofentrocknung bei 60°C	Lufttrocknung bei 20°C
30 min.	Staubtrocken : 1 Stunde unter Ventilation Montagefest : 4 Stunden Durchgetrocknet : 24 Stunden

L) Nachfolgende Arbeiten

Falls nötig, kann **UNO HD** überlackiert werden, wenn die angegebenen Trocknungszeiten eingehalten worden sind.
Auf Wunsch kann **UNO HD** poliert werden.

Kennzeichnung gemäß Richtlinie 1999/45/EG und nationalen Vorschriften, siehe EU-Sicherheitsdatenblatt. Produkte sind nur für den fachmännischen Gebrauch geeignet.

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u.ä. dienen lediglich der allgemeinen Information; sie können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit der Produkte (Produktspezifikation) dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

06/2005



MULTIFILLER

2K Multifunktionsfüller

A) Einsatzgebiet

Der **MULTIFILLER** ist ein 2K Multifunktionsfüller, der für alle Füllerarbeiten geeignet ist, wobei eine schnelle Trocknung und eine sehr einfache Schleifbarkeit miteinander kombiniert werden. Seine neutrale hellgraue Farbe ermöglicht auch ein einfaches Tönen mit **UNO HD** Mischlacken.

B) Besondere Eigenschaften

MULTIFILLER gewährleistet :

- eine ausgezeichnete Füllkraft
- eine sehr schnelle Trocknung
- eine außergewöhnlich einfache Schleifbarkeit
- ein sehr gutes Spritzbild des Decklackes

Der **MULTIFILLER** enthält spritzfertig **510 g** Lösemittel pro Liter.

C) Technische Daten

Zusammensetzung	Acrylharze
Farbton	Hellgrau
Haltbarkeit	24 Monate in der Originalverpackung
Verpackung	1 L und 4 L

D) Vorbereitung des Untergrundes

MULTIFILLER wird auf technisch gereinigten und geschliffenen Untergründen aufgetragen. Für die Vorbereitung des Untergrundes die Empfehlungen in der R-M „Prep'Art" Anleitung beachten. Auf blanken Stahl muss zuvor als Haftvermittler **EUROFILL** appliziert werden.

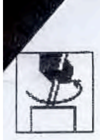
E) Arbeitshygiene und Sicherheit

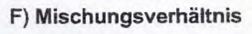
"Nur zum fachmännischen Gebrauch"



Es sind die Angaben über ***„Arbeitshygiene und Sicherheit"*** in den jeweiligen Sicherheitsmerkblättern zu beachten.

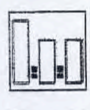
R-M Automotive Paint
F - 60676 Clermont de l'Oise Cedex
Tél. : (33) (0) 3 44 77 77 77
http://www.rmpaint.net

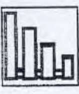




F) Mischungsverhältnis

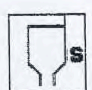
Vor dem Mischen gut umrühren.



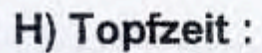


	Volumen	Gewicht	Getönte Version	
			Volumen	Gewicht
MULTIFILLER	100	100 g	90	90 g
UNO HD Mischfarbe oder Farbton ohne Härter			10	10 g
D 85	25	15 g	25	15 g
FR 500	25	14 g	25	14 g

Mischen und sieben.



G) Spritzviskosität :
16 bis 18 Sekunden DIN 4 bei 20°C
34 bis 42 Sekunden ISO Becher bei 20°C



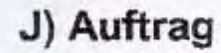
H) Topfzeit :
1 Stunde bei 20°C



I) Pistoleneinstellungen

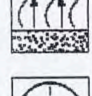
Pistolentyp	Saugbecherpistole	Fließbecherpistole
Durchmesser der Düse (mm)	1.5 - 1.8	1.4 - 1.6
Lackdurchsatz	ganz geöffnet	ganz geöffnet
Spritzdruck (bar)	0.7 an der Luftkappe	2.5 - 3





J) Auftrag

Anzahl der Schichten	Zwischenablüftzeit bei 20°C	Gesamtschichtdicke
3 Schichten	5 min.	120 - 150 µm



K) Trocknung

Ofentrocknung bei 60°C	Lufttrocknung bei 20°C
20 min.	3 Stunden

Bei Temperaturen unter 15°C oder um die Trocknungszeit zu verkürzen, empfehlen wir die Verwendung von **MULTIFLASH** anstelle der Standardverdünnung.

L) Nachfolgende Arbeiten

Den **MULTIFILLER** schleifen und den gewünschten R-M Decklack auftragen.



Kennzeichnung gemäß Richtlinie 1999/45/EG und nationalen Vorschriften, siehe EU-Sicherheitsdatenblatt. Produkte sind nur für den fachmännischen Gebrauch geeignet.

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u.ä. dienen lediglich der allgemeinen Information; sie können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit der Produkte (Produktspezifikation) dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

06/2005





MULTIFILLER

2K Multifunktionsfiller - Schleiffreie Version

A) Einsatzgebiet

Die schleiffreie (Naß in Naß) Version **MULTIFILLER** ermöglicht den direkten Auftrag aller R-M Decklacke. Dieser Lackaufbau ist insbesondere für die Lackierung von Neuteilen geeignet. Bei Verwendung mit den **UNO HD** Mischfarben bietet der **MULTIFILLER** ein schleiffreies, eintönbares System.

B) Besondere Eigenschaften

MULTIFILLER schleiffreie Version :

- trocknet schnell
- kann eingetönt werden
- gewährleistet ein sehr gutes Spritzbild des Decklackes
- ist für alle R-M Decklacke geeignet

Die schleiffreie Version **MULTIFILLER** enthält spritzfertig **595 g** Lösemittel pro Liter.

C) Technische Daten

Zusammensetzung	Acrylharze
Farbton	Hellgrau
Haltbarkeit	24 Monate in der Originalverpackung
Verpackung	1 L und 4 L. Gebinde

D) Vorbereitung des Untergrundes

Die schleiffreie Version **MULTIFILLER** wird auf technisch gereinigten und geschliffenen Untergründen aufgetragen. Für die Vorbereitung des Untergrundes die Empfehlungen in der R-M „Prep'Art" Anleitung beachten.

Auf blanken Stahl muss zuvor als Haftvermittler **EUROXY CP** aufgetragen werden.

E) Arbeitshygiene und Sicherheit



"Nur zum fachmännischen Gebrauch"

Es sind die Angaben über ***„Arbeitshygiene und Sicherheit"*** in den jeweiligen Sicherheitsmerkblättern zu beachten.

R-M Automotive Paint
F - 60676 Clermont de l'Oise Cedex
Tél. : (33) (0) 3 44 77 77 77
http://www.rmpaint.net



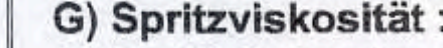

F) Mischungsverhältnis

Vor dem Mischen gut umrühren.

	Volumen	Gewicht
MULTIFILLER	100	100 g
Klarlack oder UNO HD Mischfarbe	100	60 g
D 85	100	61 g
FR 500	100	55 g

Mischen und sieben.

Es ist auch möglich, die Verdünnungen der **UNO HD** Decklackreihe zu verwenden : **SC 820** und **SC 850**. Nur die Klarlacke **DIAMONTOP MS** oder **STARTOP HS** verwenden.



G) Spritzviskosität :
12 bis 14 Sekunden DIN 4 bei 20°C
15 bis 22 Sekunden ISO bei 20°C

H) Topfzeit :
2 Stunde bei 20°C

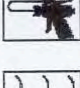
I) Pistoleneinstellungen

Pistolentyp	Saugbecherpistole	Fließbecherpistole
Durchmesser der Düse (mm)	1.5 - 1.8	1.4 - 1.6
Lackdurchsatz	ganz geöffnet	ganz geöffnet
Spritzdruck (bar)	0.7 an der Luftkappe	2.5 - 3



J) Auftrag

Anzahl der Schichten	Zwischenablüftzeit bei 20°C	Gesamtschichtdicke
2 Schichten	5 min.	40 µm





K) Trocknung

Ofentrocknung bei 60°C	Lufttrocknung bei 20°C
Nein	30 Minuten mit Ventilation

L) Nachfolgende Arbeiten

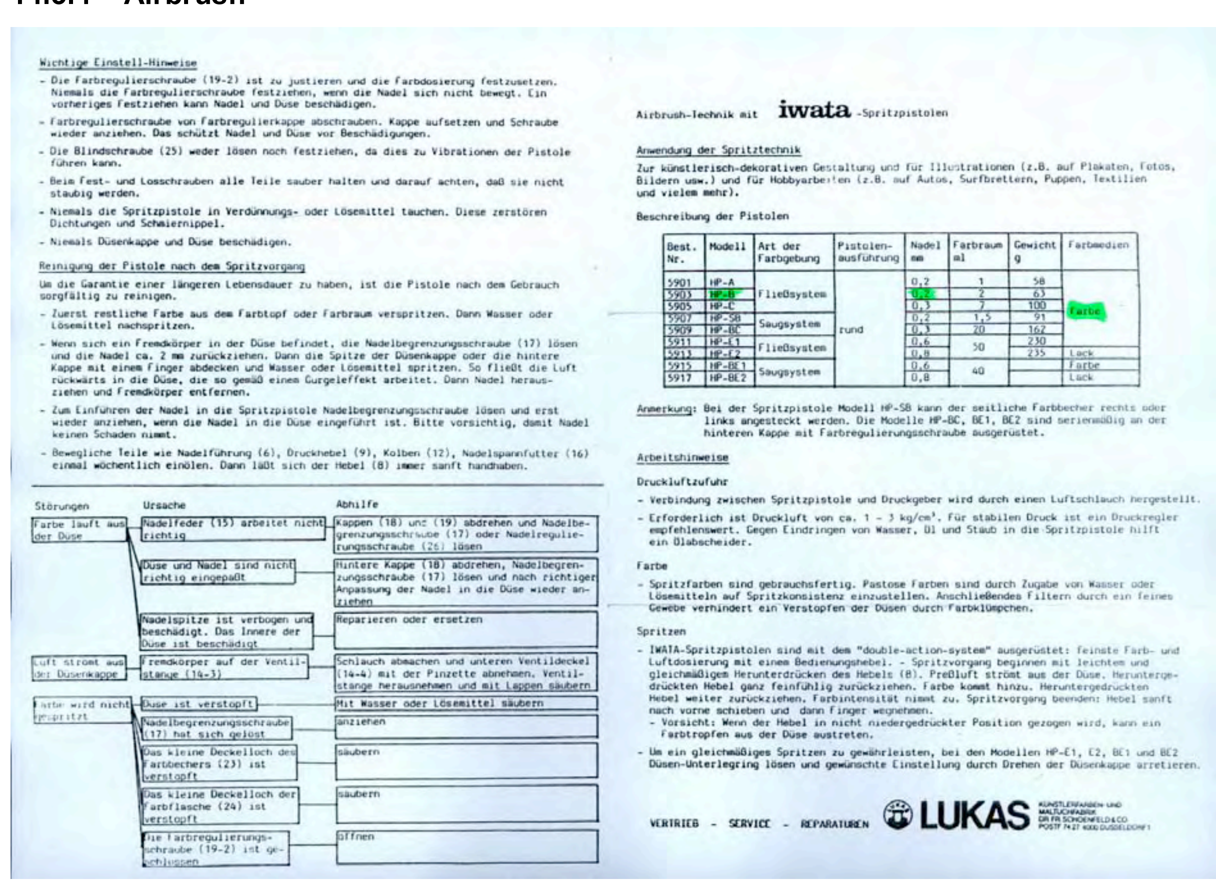
Den gewünschten R-M Decklack auftragen. Maximale Zeitspanne vor dem Überlackieren : 2 Stunden bei 20°C. Nach Ablauf dieser Frist muß angeschliffen werden.

Kennzeichnung gemäß Richtlinie 1999/45/EG und nationalen Vorschriften, siehe EU-Sicherheitsdatenblatt. Produkte sind nur für den fachmännischen Gebrauch geeignet.

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u.ä. dienen lediglich der allgemeinen Information; sie können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit der Produkte (Produktspezifikation) dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

06/2005

14.3.4 Airbrush



Wichtige Einstell-Hinweise

- Die Farbregulierschraube (19-2) ist zu justieren und die Farbdosierung festzusetzen. Niemals die Farbregulierschraube festziehen, wenn die Nadel sich nicht bewegt. Ein vorheriges Festziehen kann Nadel und Düse beschädigen.
- Farbregulierschraube von Farbregulierkappe abschrauben. Kappe aufsetzen und Schraube wieder anziehen. Das schützt Nadel und Düse vor Beschädigungen.
- Die Blindschraube (25) weder lösen noch festziehen, da dies zu Vibrationen der Pistole führen kann.
- Beim Fest- und Losschrauben alle Teile sauber halten und darauf achten, daß sie nicht staubig werden.
- Niemals die Spritzpistole in Verdünnungs- oder Lösemittel tauchen. Diese zerstören Dichtungen und Schmiernippel.
- Niemals Düsenkappe und Düse beschädigen.

Reinigung der Pistole nach dem Spritzvorgang

Um die Garantie einer längeren Lebensdauer zu haben, ist die Pistole nach dem Gebrauch sorgfältig zu reinigen.

- Zuerst restliche Farbe aus dem Farbtopf oder Farbraum verspritzen. Dann Wasser oder Lösemittel nachspritzen.
- Wenn sich ein Fremdkörper in der Düse befindet, die Nadelbegrenzungsschraube (17) lösen und die Nadel ca. 2 mm zurückziehen. Dann die Spitze der Düsenkappe oder die hintere Kappe mit einem Finger abdecken und Wasser oder Lösemittel spritzen. So fließt die Luft rückwärts in die Düse, die so gemäß einem Gurgeleffekt arbeitet. Dann Nadel herausziehen und Fremdkörper entfernen.
- Zum Einführen der Nadel in die Spritzpistole Nadelbegrenzungsschraube lösen und erst wieder anziehen, wenn die Nadel in die Düse eingeführt ist. Bitte vorsichtig, damit Nadel keinen Schaden nimmt.
- Bewegliche Teile wie Nadelführung (6), Druckhebel (9), Kolben (12), Nadelspannfutter (16) einmal wöchentlich einölen. Dann läßt sich der Hebel (8) immer sanft handhaben.

Störungen	Ursache	Abhilfe
Farbe läuft aus der Düse	Nadelfeder (15) arbeitet nicht richtig	Kappen (18) und (19) abdrehen und Nadelbegrenzungsschraube (17) oder Nadelregulierungsschraube (26) lösen
	Düse und Nadel sind nicht richtig eingepaßt	Hintere Kappe (18) abdrehen, Nadelbegrenzungsschraube (17) lösen und nach richtiger Anpassung der Nadel in die Düse wieder anziehen
	Nadelspitze ist verbogen und beschädigt. Das Innere der Düse ist beschädigt	Reparieren oder ersetzen
Luft strömt aus der Düsenkappe	Fremdkörper auf der Ventilstange (14-3)	Schlauch abmachen und unteren Ventildeckel (14-4) mit der Pinzette abnehmen. Ventilstange herausnehmen und mit Lappen säubern
Farbe wird nicht gespritzt	Düse ist verstopft	Mit Wasser oder Lösemittel säubern
	Nadelbegrenzungsschraube (17) hat sich gelöst	anziehen
	Das kleine Deckelloch des Farbbechers (23) ist verstopft	säubern
	Das kleine Deckelloch der Farbflasche (24) ist verstopft	säubern
	Die Farbregulierungsschraube (19-2) ist geschlossen	öffnen

Airbrush-Technik mit **iwata** -Spritzpistolen

Anwendung der Spritztechnik

Zur künstlerisch-dekorativen Gestaltung und für Illustrationen (z.B. auf Plakaten, Fotos, Bildern usw.) und für Hobbyarbeiten (z.B. auf Autos, Surfbrettern, Puppen, Textilien und vielem mehr).

Beschreibung der Pistolen

Best. Nr.	Modell	Art der Farbgebung	Pistolenausführung	Nadel mm	Farbraum ml	Gewicht g	Farbmedien
5901	HP-A	Fließsystem	rund	0,2	1	58	Farbe
5903	HP-B			0,2	2	63	
5905	HP-C			0,3	7	100	
5907	HP-SB	Saugsystem		0,2	1,5	91	
5909	HP-BC			0,3	20	162	
5911	HP-E1	Fließsystem		0,6	50	230	
5913	HP-E2			0,8		235	Lack
5915	HP-BE1	Saugsystem		0,6	40		Farbe
5917	HP-BE2			0,8			Lack

Anmerkung: Bei der Spritzpistole Modell HP-SB kann der seitliche Farbbecher rechts oder links angesteckt werden. Die Modelle HP-BC, BE1, BE2 sind serienmäßig an der hinteren Kappe mit Farbregulierungsschraube ausgerüstet.

Arbeitshinweise

Druckluftzufuhr

- Verbindung zwischen Spritzpistole und Druckgeber wird durch einen Luftschlauch hergestellt.
- Erforderlich ist Druckluft von ca. 1 - 3 kg/cm². Für stabilen Druck ist ein Druckregler empfehlenswert. Gegen Eindringen von Wasser, Öl und Staub in die Spritzpistole hilft ein Ölabscheider.

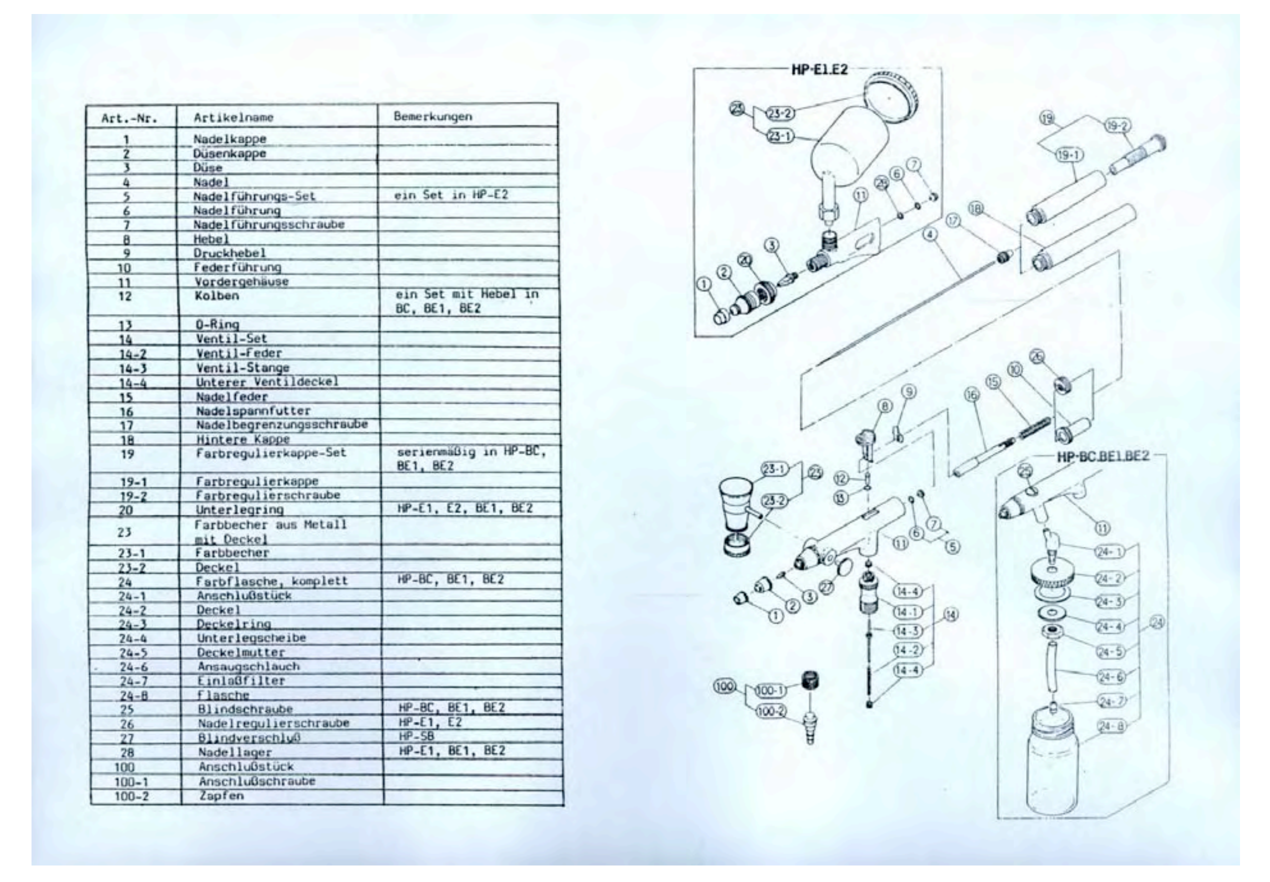
Farbe

- Spritzfarben sind gebrauchsfertig. Pastose Farben sind durch Zugabe von Wasser oder Lösemitteln auf Spritzkonsistenz einzustellen. Anschließendes Filtern durch ein feines Gewebe verhindert ein Verstopfen der Düsen durch Farbklümpchen.

Spritzen

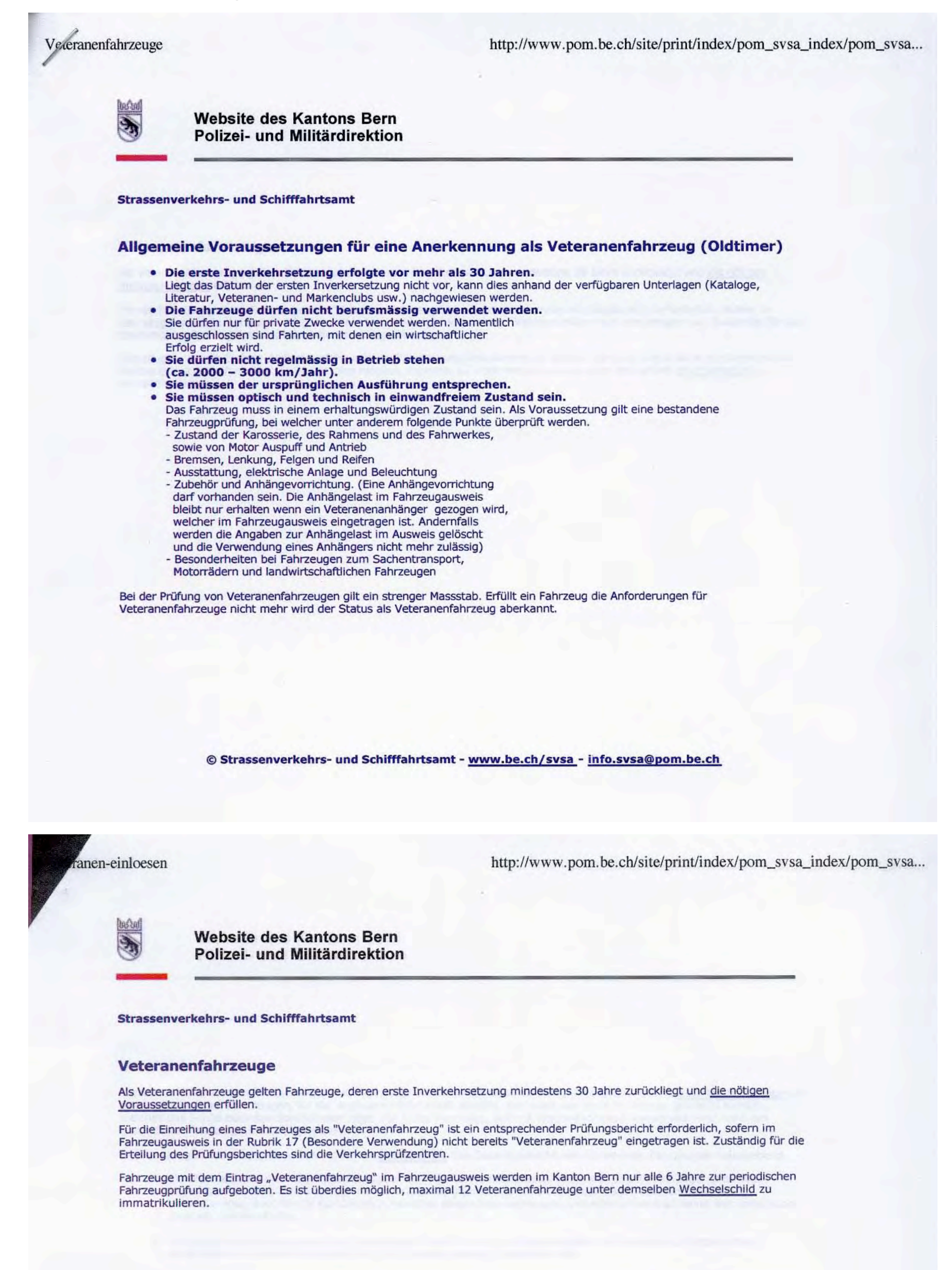
- IWATA-Spritzpistolen sind mit dem "double-action-system" ausgerüstet: feinste Farb- und Luftdosierung mit einem Bedienungshebel. - Spritzvorgang beginnen mit leichtem und gleichmäßigem Herunterdrücken des Hebels (8). Preßluft strömt aus der Düse. Heruntergedrückten Hebel ganz feinfühlig zurückziehen. Farbe kommt hinzu. Heruntergedrückten Hebel weiter zurückziehen, Farbintensität nimmt zu. Spritzvorgang beenden: Hebel sanft nach vorne schieben und dann Finger wegnehmen.
  - Vorsicht: Wenn der Hebel in nicht niedergedrückter Position gezogen wird, kann ein Farbtropfen aus der Düse austreten.
- Um ein gleichmäßiges Spritzen zu gewährleisten, bei den Modellen HP-E1, E2, BE1 und BE2 Düsen-Unterlegring lösen und gewünschte Einstellung durch Drehen der Düsenkappe arretieren.

VERTRIEB - SERVICE - REPARATUREN **LUKAS** KÜNSTLERFARBEN- UND MALTUCHFABRIK DR. FR. SCHOENFELD & CO POSTF 7427 4000 DÜSSELDORF 1



Art.-Nr.	Artikelname	Bemerkungen
1	Nadelkappe	
2	Düsenkappe	
3	Düse	
4	Nadel	
5	Nadelführungs-Set	ein Set in HP-E2
6	Nadelführung	
7	Nadelführungsschraube	
8	Hebel	
9	Druckhebel	
10	Federführung	
11	Vordergehäuse	
12	Kolben	ein Set mit Hebel in BC, BE1, BE2
13	O-Ring	
14	Ventil-Set	
14-2	Ventil-Feder	
14-3	Ventil-Stange	
14-4	Unterer Ventildeckel	
15	Nadelfeder	
16	Nadelspannfutter	
17	Nadelbegrenzungsschraube	
18	Hintere Kappe	
19	Farbregulierkappe-Set	serienmäßig in HP-BC, BE1, BE2
19-1	Farbregulierkappe	
19-2	Farbregulierschraube	
20	Unterlegring	HP-E1, E2, BE1, BE2
23	Farbbecher aus Metall mit Deckel	
23-1	Farbbecher	
23-2	Deckel	
24	Farbflasche, komplett	HP-BC, BE1, BE2
24-1	Anschlußstück	
24-2	Deckel	
24-3	Deckelring	
24-4	Unterlegscheibe	
24-5	Deckelmutter	
24-6	Ansaugschlauch	
24-7	Einlaßfilter	
24-8	Flasche	
25	Blindschraube	HP-BC, BE1, BE2
26	Nadelregulierschraube	HP-E1, E2
27	Blindverschluß	HP-SB
28	Nadellager	HP-E1, BE1, BE2
100	Anschlußstück	
100-1	Anschlußschraube	
100-2	Zapfen	

14.3.5 Anforderungen Veteranenstatus Kanton Bern



Veteranenfahrzeuge http://www.pom.be.ch/site/print/index/pom_svsa_index/pom_svsa...

Website des Kantons Bern
Polizei- und Militärdirektion

Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt

Allgemeine Voraussetzungen für eine Anerkennung als Veteranenfahrzeug (Oldtimer)

- **Die erste Inverkehrsetzung erfolgte vor mehr als 30 Jahren.**
  Liegt das Datum der ersten Inverkersetzung nicht vor, kann dies anhand der verfügbaren Unterlagen (Kataloge, Literatur, Veteranen- und Markenclubs usw.) nachgewiesen werden.
- **Die Fahrzeuge dürfen nicht berufsmässig verwendet werden.**
  Sie dürfen nur für private Zwecke verwendet werden. Namentlich ausgeschlossen sind Fahrten, mit denen ein wirtschaftlicher Erfolg erzielt wird.
- **Sie dürfen nicht regelmässig in Betrieb stehen (ca. 2000 – 3000 km/Jahr).**
- **Sie müssen der ursprünglichen Ausführung entsprechen.**
- **Sie müssen optisch und technisch in einwandfreiem Zustand sein.**
  Das Fahrzeug muss in einem erhaltungswürdigen Zustand sein. Als Voraussetzung gilt eine bestandene Fahrzeugprüfung, bei welcher unter anderem folgende Punkte überprüft werden.
  - Zustand der Karosserie, des Rahmens und des Fahrwerkes, sowie von Motor Auspuff und Antrieb
  - Bremsen, Lenkung, Felgen und Reifen
  - Ausstattung, elektrische Anlage und Beleuchtung
  - Zubehör und Anhängevorrichtung. (Eine Anhängevorrichtung darf vorhanden sein. Die Anhängelast im Fahrzeugausweis bleibt nur erhalten wenn ein Veteranenanhänger gezogen wird, welcher im Fahrzeugausweis eingetragen ist. Andernfalls werden die Angaben zur Anhängelast im Ausweis gelöscht und die Verwendung eines Anhängers nicht mehr zulässig)
  - Besonderheiten bei Fahrzeugen zum Sachentransport, Motorrädern und landwirtschaftlichen Fahrzeugen

Bei der Prüfung von Veteranenfahrzeugen gilt ein strenger Massstab. Erfüllt ein Fahrzeug die Anforderungen für Veteranenfahrzeuge nicht mehr wird der Status als Veteranenfahrzeug aberkannt.

© Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt - www.be.ch/svsa - info.svsa@pom.be.ch

...ranen-einloesen http://www.pom.be.ch/site/print/index/pom_svsa_index/pom_svsa...

Website des Kantons Bern
Polizei- und Militärdirektion

Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt

Veteranenfahrzeuge

Als Veteranenfahrzeuge gelten Fahrzeuge, deren erste Inverkehrsetzung mindestens 30 Jahre zurückliegt und die nötigen Voraussetzungen erfüllen.

Für die Einreihung eines Fahrzeuges als "Veteranenfahrzeug" ist ein entsprechender Prüfungsbericht erforderlich, sofern im Fahrzeugausweis in der Rubrik 17 (Besondere Verwendung) nicht bereits "Veteranenfahrzeug" eingetragen ist. Zuständig für die Erteilung des Prüfungsberichtes sind die Verkehrsprüfzentren.

Fahrzeuge mit dem Eintrag „Veteranenfahrzeug" im Fahrzeugausweis werden im Kanton Bern nur alle 6 Jahre zur periodischen Fahrzeugprüfung aufgeboten. Es ist überdies möglich, maximal 12 Veteranenfahrzeuge unter demselben Wechselschild zu immatrikulieren.



Website des Kantons Bern
Polizei- und Militärdirektion

Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt

Wechselschilder

Wechselschilder werden für höchstens zwei Fahrzeuge erteilt. Diese Einschränkung gilt jedoch nicht für Veteranenfahrzeuge und Anhänger. Von den Fahrzeugen, für die Wechselschilder erteilt wurden, darf stets nur jenes in Verkehr gebracht werden, welches das Schild oder das Schilderpaar trägt. Für jedes Fahrzeug, das mit Wechselschildern verwendet wird, wird ein gesonderter Fahrzeugausweis abgegeben.

Bei Fahrzeugen mit Wechselschildern ist für die Besteuerung das Gesamtgewicht des schwereren Fahrzeuges massgebend.

- Ein Wechselschild oder Wechselschilderpaar darf nur für Motorfahrzeuge unter sich und für Anhänger unter sich abgegeben werden; die Fahrzeuge müssen überdies gleichartige Kontrollschilder tragen können. Das heisst beispielsweise, dass für die Kombination zwischen einem Personenwagen und einem Motorrad keine Wechselschilder zugeteilt werden dürfen.
- Für jedes Motorfahrzeug muss ein gesonderter Versicherungsnachweis beigebracht werden. Auf diesem muss ausdrücklich die Versicherungsdeckung für Wechselschild(er) vermerkt sein.
- Bei der Immatrikulation von mehr als einem Veteranenfahrzeug unter Wechselschild(ern) darf keine Durchmischung zwischen "Normalfahrzeug" und Veteranenfahrzeug erfolgen.
- Aus technischen Gründen ist es nicht möglich, mehr als 12 Veteranenfahrzeuge unter derselben Wechselkontrollschildnummer zu immatrikulieren.

Wer mit seinem zweiten Fahrzeug Wechselschilder "eröffnen" will,
legt folgende Unterlagen vor:

- den vom Importeur oder Markenvertreter ausgefüllte Prüfungsbericht Form 13.20A, wenn das Fahrzeug fabrikneu ist;
- den bisherigen Fahrzeugausweis, wenn das Fahrzeug bereits zum Verkehr zugelassen war;
- einen neuen Haftpflichtversicherungsnachweis, mit dem Eintrag "Wechselschilder" (dieses Dokument ist auf Verlangen bei Ihrer Versicherungsgesellschaft erhältlich);

Wer seine Wechselschilder "auflösen" will,
legt folgende Unterlagen vor:

- den Fahrzeugausweis desjenigen Fahrzeuges, das ausser Verkehr gesetzt wird, zur Annullation;

Gebühren	**Post**	**Schalter**
Ausstellen des Fahrzeugausweises	CHF 50.--	CHF 60.--
Abgabe neuer Kontrollschilder; Einzelschild	CHF 36.--	CHF 36.--
Abgabe neuer Kontrollschilder; Schilderpaar	CHF 54.--	CHF 54.--